ДЭ
4

Растения
и животные

Детская Энциклопедия

4

Содержание

А. Г. Банников, П. А. Генкель
5 О чем рассказывается в этом томе

Наука о жизни

А. И. Опарин
9 Возникновение жизни на Земле
10 История углеводородов
11 От углеводородов к белкам
Возникновение первичных организмов
12 Дальнейшее развитие жизни

С. Л. Соболь
13 Чарлз Дарвин и его эволюционное учение
Детство, отрочество и юность
14 Путешествие вокруг света
Учение о происхождении видов
17 Друзья и враги Дарвина

Г. А. Новиков
18 Как живут в природе растения и животные
Что изучает экология
19 Организм и среда
21 Популяции и биоценозы
23 Конкуренция и взаимная выгода
24 Колебания численности у животных. Миграции
25 Влияние человека на органический мир

В. Н. Сойфер
25 Клетка
Открытие Гука
Творцы клеточной теории
26 Основные компоненты живых клеток
30 Основные функции клеток
31 Как размножаются клетки
33 Загадка оплодотворения

Н. П. Дубинин, В. Ф. Натали
35 Наследственность
Первые шаги генетики
37 Мутации. Гены
39 Молекулярная генетика проникает в тайны наследственности
40 В мире микроорганизмов. Еще о генах

В. Н. Сойфер
41 Как вызывают мутации

Б. А. Рубин
43 Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах

А. П. Дубров
46 Что такое биофизика

А. П. Дубров
49 Что изучает радиобиология

В. Е. Семененко
52 Космическая биология
Влияние на организмы условий полета в космос
53 Как обеспечить жизнь в космическом полете?
55 Поиск и изучение внеземных форм жизни

Л. Б. Каминир
56 Биология — технике
Что такое бионика
Природа помогает совершенствовать машины и приборы
57 Органы чувств и датчики автоматических систем
59 Мозг и электронная вычислительная машина

Ю. И. Новицкий
60 Звук и организмы

Ю. И. Новицкий
62 Магнитобиология

К. Ф. Калмыков
63 Биологические часы

Ю. А. Урманцев
67 Симметрия в живой природе

Растения

П. А. Генкель
73 Как устроено и питается зеленое растение
Как устроено растение
74 Строение и прорастание семени
75 Какую роль играет зеленый лист
77 Строение и значение корня
Что извлекает корень из почвы
79 Значение воды в жизни растения

К. Ф. Калмыков
80 Рост и развитие растений

Р. Г. Бутенко
85 Клетки и ткани растений растут в пробирке

П. А. Генкель
88 Анабиоз и состояние покоя в мире растений

П. А. Генкель
90 Движения растений

П. А. Генкель
93 Как растения борются с засухой и засолением почвы

Л. В. Кудряшов
97 Как размножаются растения

А. М. Гродзинский
105 Химическое взаимодействие растений — аллелопатия

К. Е. Овчаров
107 Витамины

К. Е. Овчаров
110 Фитонциды — химическая защита растений

П. А. Баранов
111 Симбиоз в растительном мире

П. А. Баранов
114 Растения-паразиты

П. А. Баранов
117 Насекомоядные растения

И. И. Кропотова
120 Ядовитые растения

Н. А. Блукет
125 Лекарственные растения

Л. В. Кудряшов
129 Растительность тундр

В. П. Князев
132 Растительный мир тайги
Тайга СССР
137 Тайга Скандинавии и Северной Америки

Л. В. Кудряшов
138 Растения болот

И. М. Культиасов
142 В лиственном лесу

О. И. Морозова
148 В степи
Степи СССР
150 Степи Америки

О. И. Морозова
152 В пустыне
Н. А. Максимов
156 Тропический лес
М. В. Культиасов
160 Растительность высоких гор
Евразия
164 Африка и Америка
Н. В. Морозова-Водяницкая
165 Растительность морей
А. И. Купцов
168 Грибы
Н. М. Верзилин
173 Растения дальних стран на наших окнах
Н. М. Верзилин
178 У клумбы с цветами

Мир невидимых существ

М. И. Гольдин
180 Микробы
182 Как дышат и питаются микробы
185 Изменчивость микробов
Микробы в воздухе
186 Микробы в воде
Микробы в почве
187 Микробы-поджигатели
188 Болезнетворные микробы
М. И. Гольдин
190 Вирусы
191 Почему вирусы называются фильтрующимися?
193 Изучение вирусов — труднейшая задача

Животные

М. Н. Денисова, В. Ф. Натали
195 Чем животные отличаются от растений?
М. Н. Денисова, В. Ф. Натали
197 Размножение в мире животных
199 Смена, или чередование, поколений у животных
200 Интенсивность размножения у животных
М. Н. Денисова, В. Ф. Натали
201 Простейшие
Строение и жизнь простейших
203 Размножение простейших
204 Значение простейших в природе и жизни человека
С. М. Успенский
205 Животные Арктики и Субарктики
А. Н. Формозов
209 Животные Антарктики
Л. С. Степанян
211 Обитатели лесов
Животные евразийской тайги
216 Животные смешанных и широколиственных лесов Евразии
220 Животные уссурийской тайги
221 Животные лесов Северной Америки
А. М. Чельцов-Бебутов
222 Животный мир зоны степей
Евразия
226 Северная и Южная Америка
Н. Н. Дроздов
228 Животные пустынь
В. Е. Флинт
234 Животный мир тропических лесов
235 Африка
239 Юго-Восточная Азия
242 Центральная и Южная Америка
244 Новая Гвинея
В. Е. Флинт
246 Животный мир африканских саванн
А. А. Насимович
256 Горные животные
И. И. Малевич
261 Животные почвы
Я. А. Бирштейн
264 Жизнь подземных вод и пещер
С. В. Герд
267 Животные пресных вод
Л. А. Зенкевич
274 Животный мир морей и океанов
275 Жизнь у берегов
278 В подводных лесах
279 На поверхности океана
280 Жизнь в толще воды
281 Странствия обитателей моря
282 Путешествия на днищах кораблей
283 Обитатели морских глубин
Н. И. Тарасов
286 Электрические рыбы
Н. И. Тарасов
288 Живой свет
Н. И. Тарасов
289 Живые звуки моря
Н. И. Тарасов
290 Цветение моря
Т. С. Расс
293 Промысловые рыбы
Г. В. Никольский
298 Рыбы-путешественницы
А. Г. Томилин
302 Морские звери
Киты
305 Ластоногие
Г. П. Дементьев, С. С. Туров
308 Перелеты птиц
Н. А. Гладков
312 Гнездование и забота о потомстве у птиц
К. Н. Благосклонов
317 Пернатые друзья
Н. Н. Плавильщиков
323 Общественные насекомые
Осы
324 Шмели
325 Муравьи
328 Термиты
Н. Н. Дроздов
329 Ядовитые животные
К. Н. Скрябин, Н. П. Шихобалова
335 Паразиты животных и человека
Д. Н. Засухин, В. М. Сафьянова
337 Насекомые и клещи — переносчики и хранители возбудителей болезней
Н. Н. Дроздов
340 Животные — спутники человека
В. Ф. Натали
342 Окраска и подражание у животных
Е. Н. Панов
346 Этология — наука о поведении животных

А. В. Дурова, В. А. Кимряков
351 Приручение и дрессировка животных

Л. А. Зенкевич, Н. П. Наумов
353 Изменение и обогащение фауны

А. Г. Банников
359 Заповедники и охрана природы

Выдающиеся биологи

Н. Н. Плавильщиков
364 Карл Линней

М. А. Гремяцкий
367 Жорж Кювье

Б. Е. Райков
370 Жан Батист Ламарк

В. Н. Сойфер
371 Грегор Иоганн Мендель

П. А. Зенкевич
374 Александр Онуфриевич Ковалевский

Б. Е. Райков
376 Владимир Онуфриевич Ковалевский

Б. Е. Райков
378 Илья Ильич Мечников

П. А. Генкель
380 Климент Аркадьевич Тимирязев

Ф. Х. Бахтеев
383 Николай Иванович Вавилов

В помощь юному натуралисту

Ю. К. Круберг
386 Изготовление гербария

А. А. Яхонтов
392 Коллекции насекомых. Садки для гусениц и личинок

А. А. Яхонтов
400 Наблюдения за насекомыми

К. Н. Благосклонов
402 Наблюдения за птицами в природе

Г. П. Дементьев
410 Кольцевание птиц

В. Ф. Натали
411 Аквариум и террариум

Аквариум. Его устройство и содержание
413 Каких рыб можно завести в аквариуме
414 Террариумы

Е. И. Потапова
415 Кормление животных зооуголка

А. А. Насимович
417 Юным следопытам

Справочный отдел

420 Происхождение и развитие растительного мира
423 Происхождение и развитие животного мира
424 Сравнительные размеры животных

Е. Л. Лурье
425 Что читать

А. Б. Дмитриев
432 Словарь-указатель

Коммунистом
стать можно лишь тогда,
когда обогатишь свою память
знанием всех тех богатств,
которые выработало
человечество.

В. И. ЛЕНИН

Академия педагогических наук СССР

Детская Энциклопедия 4

Для среднего и старшего возраста

Третье издание

Главный редактор
МАРКУШЕВИЧ А. И.

Члены главной редакции:
АРТОБОЛЕВСКИЙ И. И.
БАННИКОВ А. Г.
БЛАГОЙ Д. Д.
БРУСНИЧКИНА Р. Д.
БУЦКУС П. Ф.
ВОРОЖЕЙКИН И. Е.
ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ Б. А.
ГЕНКЕЛЬ П. А.
ГЕРАСИМОВ С. А.
ГОНЧАРОВ А. Д.
ГОРШКОВ Г. П.
ДАНИЛОВ А. И.
ДЖИБЛАДЗЕ Г. Н.
ДОЛИНИНА Н. Д.
ДУБИНИН Н. П.
ИВАНОВИЧ К. А.
ИЗМАЙЛОВ А. Э.
КАБАЛЕВСКИЙ Д. Б.
КЕДРОВ Б. М.
КИМ М. П.
КУЗИН Н. П.
КУЗОВНИКОВ А. М.
ЛЕОНТЬЕВ А. Н.
ЛУРИЯ А. Р.
МИХАЛКОВ С. В.
НЕЧКИНА М. В.
ПАНАЧИН Ф. Г.
ПЕТРЯНОВ И. В.
РАЗУМНЫЙ В. А.
СОЛОВЬЕВ А. И.
ТИМОФЕЕВ Л. И.
ТИХВИНСКИЙ С. Л.
ТЯЖЕЛЬНИКОВ Е. М.
ХАЧАТУРОВ Т. С.
ЦАГОЛОВ Н. А.
ЦАРЕВ М. И.
ЧЕПЕЛЕВ В. И.

Заместитель главного редактора КУЗНЕЦОВ А. М.

Издательство
«Педагогика»
Москва
1973

Растения и животные

Научные редакторы тома:
БАННИКОВ А. Г.
ГЕНКЕЛЬ П. А.

03 : 8ю
Д 38

Scan- AAW; Обработка, OCR- waleriy, 2018

Д 0076—039 / 005(01)—73 подписное издание.

© Издательство «Педагогика», 1973 г.

О чем рассказывается в этом томе

Слово «биология» в переводе с греческого значит «наука о жизни» («биос» — жизнь, «логос» — наука). В наше время биология — это не одна наука. Она включает в себя ботанику, зоологию, генетику, физиологию растений, физиологию животных и человека, микробиологию, биохимию, биофизику и другие самостоятельные научные дисциплины.

В томе «Растения и животные» рассказывается о биологических науках, изучающих жизнь растений, животных и микроорганизмов.

Так же как и другие науки, биология испытывает глубокие изменения в связи с научно-технической революцией, в эпоху которой живет современное человечество. Успехи физики, химии и техники открыли совершенно иные возможности и для биологов. Современный биолог, пользуясь электронным микроскопом, дающим увеличение в 100 тыс. раз и более, изучает субмикроскопическое строение растительной и животной клетки, о котором еще недавно ученые не имели никакого понятия. Биологи изучают мир макромолекул белков и нуклеиновых кислот клетки, те первичные реакции, которые идут на молекулярном уровне. Ученые все глубже проникают в жизнь организмов, в тайны наследственности, синтеза белков, разрешают другие важнейшие проблемы и вопросы биологии.

Применение новых, современных методов исследования позволило уловить ничтожнейшие количества физиологически активных веществ в клетке, которые играют очень важную роль в жизни растительных и животных организмов.

Бурно развиваются такие разделы биологии, как биохимия и биофизика, изучающие химические реакции и физические процессы, протекающие в организмах. В самом конце прошлого века русский ученый-ботаник Д. И. Ивановский открыл вирусы, а в наше время учение о вирусах выросло в особую науку — вирусологию. В связи с освоением космического пространства совсем недавно родилась новая наука — космическая биология.

Многие открытия теоретической биологии человек успешно применяет в медицине и народном хозяйстве. Благодаря успехам физиологии животных и человека, микробиологии, биофизики, биохимии, генетики стало возможным лечить многие болезни, которые прежде считались неизлечимыми. В сельском хозяйстве на основе достижений физиологии, биохимии и генетики растений стали успешнее вести селекционную работу, сохранять урожай, бороться с полеганием хлебов, уничтожать сорняки, рационально применять удобрения и правильно орошать поля. Успехи технической микробиологии позволили улучшить производство кормов для сельскохозяйственных животных, разрабатывать способы приготовления диетических продуктов для человека, рационализировать производство спирта, ацетона и других веществ.

Теоретическая биология позволяет планомерно познавать природу и регулировать происходящие в ней процессы.

Жизнь на Земле есть всюду: в лесах, степях и пустынях, в океанах и пресных водах, на высоких горах и в почве. Ученые, работавшие на советском экспедиционном судне «Витязь», обнаружили в Тихом океане животных на глубинах 10 тыс. м и более. Там, где не могут жить ни растения, ни животные, живут бактерии, многие из которых не нуждаются в кислороде. Бактерии проникают в толщу Земли на несколько сотен метров, населяют воды рек, озер, морей и океанов. В 1 г почвы их от 500 тыс. до нескольких миллиардов.

Мир растений и животных прежде всего поражает многообразием. Сколько самых различных животных, сколько видов водорослей, грибов, цветковых растений населяет различные области и климатические зоны Земли!

Чем же отличаются населяющие Землю живые организмы от тел так называемой неживой природы? Зеленое растение питается неорганическими веществами, создавая из воды и углекислого газа под влиянием солнечной энергии органические вещества — углеводы: сахар, крахмал (фотосинтез). Из углеводов и минерального азота (нитратов) оно образует белковые и другие вещества. Животные поедают растения или других животных, эта пища перерабатывается в клетках их организма и усваивается, т. е. превращается в органические вещества их тела. За счет усвоенных веществ организм растет и развивается.

Кристалл какого-либо минерала, например соли, тоже «растет», если его погрузить в насыщенный солевой раствор. Но такой «рост» происходит путем отложения на поверхности кристалла молекул или атомов вещества, из которого он состоит. Живые же организмы растут, перерабатывая в своем теле различные вещества.

Сложные процессы, происходящие в организме, и вся его жизнедеятельность требуют большой затраты энергии. Энергия эта выделяется в организме в результате постоянного распада сложных органических веществ на более простые. У подавляющего большинства растений и животных этот распад происходит при участии кислорода, который они получают из внешней среды в процессе дыхания. Так непрерывно в живых организмах идет

Удивителен и многообразен мир растений и животных. Эта маленькая африканская птичка — нектарница — красотой оперения соперничает с цветками, нектаром которых она питается.

процесс обмена веществ, и в этом их основное отличие от неживых тел.

Итак, живые организмы питаются и дышат, находятся в постоянной взаимной связи с внешней средой. Они развиваются и размножаются, рождая себе подобных. Эта способность — одно из самых замечательных свойств всех живых организмов.

Ф. Энгельс отмечал, что в XIX в. было сделано три великих открытия: установлен закон сохранения энергии, создана клеточная теория и разработана Ч. Дарвином теория эволюции. Одно из этих открытий касается физики, а два других — биологии.

Клеточная теория показала единство строения животных, растений и микроорганизмов и заложила фундамент для дальнейшего успешного развития биологии. Мы уже отмечали, как глубоко в наше время наука проникла в строение и функции клетки, что привело к изучению процессов в макромолекулах белков и нуклеиновых кислот.

В наше время наука доказала, что на Земле не всегда существовала жизнь и что она не была создана сверхъестественным существом в результате единовременного акта творения. Жизнь зародилась сотни миллионов лет назад естественным путем, когда на Земле сложились соответствующие условия. Сначала появилось органическое вещество, постепенно оно изменялось и преобразовывалось, и из неживого возникло живое. Жизнь возникла в виде простейших существ, еще более простых, чем такие одноклеточные организмы, как, например, амебы. В лабораториях ученые уже неоднократно получали органическое вещество из неорганического. Так наука подтверждает свои заключения неоспоримыми фактами.

Но до XIX в. большинство ученых верили, что животные и растения сотворены богом. Так, в XVIII в. шведский ботаник К. Линней утверждал, что «видов (животных и растений.— *Ред.*) существует столько, сколько их первоначально было создано». Только немногие ученые в XVIII и в начале XIX в. думали иначе. Так, французский биолог Ж. Б. Ламарк был уверен, что животные и растения не сотворены, а возникли естественным путем в виде очень простых существ, что затем они изменялись, совершенствовались, превращаясь в более высокоразвитые организмы. Но Ламарк не мог убедительно доказать изменяемость организмов, и, главное, он не мог правильно объяснить, каким образом и почему они изменяются.

Это удалось сделать великому английскому натуралисту Ч. Дарвину. Более ста лет назад, в 1859 г., вышла в свет его книга «О происхождении видов», в которой Дарвин доказал изменяемость видов и изложил теорию, хорошо объясняющую, каким образом и почему происходило и происходит их изменение. Работы Дарвина произвели переворот в биологической науке. Передовые ученые того времени приняли учение Дарвина об изменяемости видов, оно стало руководящим в биологической науке.

Теория Дарвина объясняет, почему в природе существует целесообразность и как она возникла в процессе эволюции за те сотни миллионов лет, в течение которых существует мир живых организмов. Эта целесообразность не абсолютна, а относительна и осуществляется только в определенных условиях среды, к которым приспособился и в которых живет данный организм. Изменились условия, и то, что было целесообразным, стало нецелесообразным. Почему нас так интересует вопрос о целесообразности в природе? Да потому, что церковники всегда ссылались на нее как на доказательство существования бога. Учение Дарвина о происхождении видов разрушило и этот последний оплот религии.

Условия жизни на Земле — в глубинах океана и на высоких горах, в лесах умеренной зоны и в тропических джунглях, в степи и в тундре — резко различны. Изучая жизнь растений и животных, обитающих в разных природных зонах, биологи открывают замечательные приспособления живых организмов к условиям жизни.

В последнее время все более важное значение приобретает экология — наука, изучающая закономерности жизни организмов в естественной среде (с учетом роли человека в изменении этой среды). Экология исследует образ жизни как отдельных видов, так и целых сообществ (биоценозов). Ученые-экологи установили, что любой вид животного или растения утверждает себя на арене жизни, приспосабливаясь к среде не как скопище отдельных особей, а как единая популяция, все особи в которой тесно взаимосвязаны. Это одно из важных теоретических достижений экологии, имеющих большое практическое значение. Экология познает пути, которыми вид поддерживает свое существование. Изучение закономерностей этих процессов на различных уровнях — от отдельных популяций, занимающих небольшое пространство, до всей биосферы Земли — позволит научиться управлять ими. Уже сейчас экологи с успехом разрабатывают вопросы оптимальной плотности популяций и оптимальной структуры популяций полезных видов для получения от них максимальной продукции. Экологические методы лежат и в основе разработки мер борь-

бы с вредными видами. Таким образом, экология животных — научная основа разумного использования биологических ресурсов. Кроме того, экология имеет существенное значение и для разработки важных теоретических проблем биологии: механизма эволюционных процессов, закономерностей миграции веществ и энергии в биосфере и др.

Быстро развивается в последние годы и этология — наука о поведении животных. В необычайно сложной паутине взаимоотношений особей в сообществах есть свои закономерности. Это специфическое для вида поведение родителей по отношению к потомству, самок — к самцам, одной особи — к другим в зависимости от их «общественной иерархии» и т. д. Изучение всех этих особенностей поведения, направленных на наиболее совершенное и полное приспособление особей популяции к среде обитания, оказывается чрезвычайно важно и для практики: для улучшения методов содержания домашних животных и управления популяциями диких зверей и птиц в охотничьем хозяйстве.

Бурный научно-технический прогресс XX в. и быстрый рост народонаселения Земли привели к тому, что мы берем у природы все больше и больше. Природные ресурсы, которые необходимы человеку для питания и промышленности, обычно разделяют на возобновимые и невозобновимые. К возобновимым относятся все биологические ресурсы: почва, растения, рыбы, птицы, звери и т. п. Сущность охраны природы состоит в том, чтобы разумно, рационально использовать эти биологические ресурсы. В первую очередь необходимо оберегать их воспроизводительные возможности, помогать силам живой природы восстанавливаться. Для этого необходимо глубоко и детально изучать биологические особенности тех организмов, которые использует человек, их взаимоотношения с другими живыми и неживыми элементами природы, среди которых они живут, т. е. особенности всего природного комплекса.

Не менее важно знание характера и степени допустимого воздействия человека на весь природный комплекс и его компоненты. Изменения, вносимые человеком в биосферу, необычайно велики. При распашке степей, рубке леса, обводнении пустынь, осушении болот преобразуются огромные территории. В результате нередко разрушаются существующие в природе сложные связи, что приводит к нежелательным последствиям. Вот только два примера. Вырубка лесов в верховьях рек влечет за собой обмеление рек и тем самым может снизить урожай на полях за тысячу километров от верховий. Крупные заводы без должной очистки выбросов из их труб снижают продуктивность фотосинтеза деревьев в тайге радиусом на сотни километров. Только изучение законов природы позволит избежать ошибок, которых было так много в прошлом.

Мы подошли к другой важной проблеме — охране природы от загрязнения. В наше время многие реки Западной Европы, например Рейн, из-за сброса в них промышленных отходов превращены в сточные канавы с ядовитой водой, непригодной для жизни организмов и для использования ее человеком. Выхлопные газы автомобилей во многих городах сильно отравляют воздух. Ядохимикаты, если они применяются неумеренно и без соблюдения необходимых предохранительных мер, убивают не только вредителей, но и полезных животных на полях и в лесах, отравляют реки и даже моря. Люди должны предвидеть возможные последствия своей деятельности и уметь предупреждать их.

При разумном хозяйствовании можно повысить продуктивность природы. Так, научно обоснованное земледелие повышает плодородие почв, разумное вмешательство человека в жизнь леса позволяет получить больше древесины, а при правильном ведении рыбного и охотничьего хозяйства количество рыбы и дичи не только не уменьшается, но даже увеличивается. В результате принятых мер в степях СССР восстановлено и увеличено поголовье антилоп сайгаков, а в сибирской тайге — соболя. Вот еще пример: число фабрик и заводов на берегах Москвы-реки за последние десять лет увеличилось более чем вдвое, а вода в реке стала в три раза чище.

Необходимо сохранять не только отдельных полезных и редких животных и отдельные растения, но и всю фауну и флору, а также образцы целых ландшафтов. Это чрезвычайно важно для науки, для детального изучения естественных биологических процессов и взаимосвязи явлений. Чтобы сохранять и изучать природу, созданы заповедники в самых различных частях нашей страны.

Каждый из вас, наших юных читателей, должен научиться понимать природу, ее законы, наблюдать ее жизнь. Вы, несомненно, полюбите этот прекрасный мир и поведете действенную борьбу за бережное отношение к нему.

Мы надеемся, что в этой книге вы найдете ответы на многие вопросы о жизни растений, животных и микроорганизмов, об их развитии и происхождении, о значении биологических знаний для развития народного хозяйства. Мы надеемся также, что статьи тома помогут вам самостоятельно вести наблюдения и ставить опыты с растениями и животными в кружках юных натуралистов.

Наука о жизни

Возникновение жизни на Земле

Много веков существовало мнение, что живые организмы могут зарождаться непосредственно из неживых веществ. Думали, например, что мыши, насекомые и бактерии сами собой образуются из земли или гниющих нечистот. Однако наука уже давно установила, что грязь и отбросы не рождают сами по себе жизнь. Они только способствуют развитию яичек, отложенных мухами и другими разнообразными насекомыми. Микроорганизмы также не могут самозарождаться из гниющих пищевых продуктов (см. ст. «Микробы»). В свежие пищевые продукты попадают обычно из воздуха споры микроорганизмов. Споры развиваются в микробы, а они-то и вызывают гниение или брожение. Это открыл еще в середине прошлого века знаменитый французский ученый Л. Пастер.

Каждое живое существо произошло от другого подобного ему организма. А тот в свою очередь произошел от такого же организма. Так длинные цепи поколений поддерживают жизнь на Земле.

Все религии, и в частности христианская, учат, что растения, животные и люди при «сотворении мира» были созданы богом примерно такими же, каковы они сейчас. Следовательно, по религиозным представлениям наша планета была с самого начала заселена одними и теми же видами живых существ.

Утверждение церкви опроверг великий английский ученый Ч. Дарвин. Он сумел научно доказать, что все современные нам высокоорганизованные существа произошли от организмов, более просто устроенных, путем эволюции, т. е. путем последовательного развития (см. ст. «Чарлз Дарвин и его эволюционное учение»).

Исследование ископаемых остатков, сохранившихся в земной коре от некогда населявших нашу планету живых существ, полностью подтвердило учение Дарвина. Земля не всегда была заселена одними и теми же видами живых существ. Ныне живущие существа возникли в результате последовательного развития просто устроенных живых организмов.

Чем древнее ископаемые остатки организмов, тем проще устройство этих организмов. Как же возникли первичные организмы — родоначальники всего живого на Земле? Перед таким вопросом остановился в раздумье и сам Дарвин.

В конце прошлого века Ф. Энгельс высказал предположение, что подобные примитивные живые существа могли возникнуть только в результате развития безжизненной материи. Однако в то время конкретно представить себе последовательные ступени развития неживой материи в живые организмы ученые еще не могли. Это удалось лишь в XX в., когда было накоплено достаточно научных сведений.

История углеводородов

Чтобы понять процесс появления жизни, надо прежде всего установить, как образовались на нашей планете углеводороды и возникли из них другие простейшие органические вещества. Сложные органические вещества, без которых невозможна жизнь, образовались из простейших соединений углерода и водорода. Наиболее характерное для жизни явление — обмен веществ протекает только на основе превращения органических соединений.

В начале нашего века многие естествоиспытатели отрицали возможность образования органических веществ из неживой материи. Считалось тогда, что неорганические формы углеродистых соединений (например, углекислый газ воздуха) превращаются в естественных условиях в органические исключительно при посредстве живых существ. Это мнение сложилось потому, что именно так образуется в настоящее время подавляющая масса органических веществ. Зеленые растения поглощают углекислый газ воздуха и создают из него и воды органические вещества, нужные им для жизни и роста. Травоядные животные получают эти вещества, поедая растения, а хищники — питаясь травоядными животными. Таким образом, весь живой мир использует сейчас органические вещества, образовавшиеся при участии живых существ.

Ученые-астрономы установили, однако, что и на всех небесных телах есть углеводороды. Но ведь на многих из них нет жизни. Значит, углеводороды возникли там независимо от живых организмов. Надо думать, что углеводороды и на нашей планете могли образоваться до появления живых организмов. Геологи находят иногда в глубоко залегающих породах, в трещинах гранитов углеводородные газы и даже следы жидких углеводородов. Эти газы и жидкости могли появиться там вне какой-либо связи с живыми существами.

История образования Земли показывает, что при формировании нашей планеты и в первые периоды ее существования на поверхности земного шара возникали громадные количества простейших органических веществ.

Сейчас в астрономии считается общепринятым, что Земля и другие планеты Солнечной системы образовались из гигантского облака газово-пылевой материи (см. т. 2 ДЭ, ст. «Как произошли Земля и другие небесные тела»). Такая газово-пылевая материя есть в межзвездном пространстве и сейчас. Астрономы научились определять ее состав. В ней обнаружен метан (CH_4). Возможно, там имеются и более сложные углеводороды. Когда частички газово-пылевого облака объединились в большие планеты (Юпитер, Сатурн), метан и другие газы сохранились в первичной атмосфере формировавшихся планет. Там астрономы обнаруживают эти газы и теперь. А в составе Земли — она ведь сравнительно небольшая планета — углерод остался лишь в виде графита и карбидов (соединений углерода с металлами). Из карбидов при их взаимодействии с водой образуются углеводороды, а в состав Земли входила и вода — в виде гидратов различных горных пород.

Следовательно, углеводороды и их простейшие производные неизбежно должны были образоваться на Земле задолго до появления на ней живых существ.

Предшественники клеток — коацерватные капельки

Коацерватные капельки и окружающая их жидкость (водный раствор) называются коацерватными системами («коацерваре» по-латински — сгребать в кучу). В такие капельки собираются молекулы веществ.

В наше время известно свыше 250 различных по химическому составу капелек. Их можно получить из искусственно синтезированных соединений, напоминающих белки, углеводы, нуклеиновые кислоты и т. п., а также из соединений, входящих в цитоплазму. Особенно легко возникают капельки из молекул с разными зарядами, например из молекул белков, заряженных положительно, и нуклеиновых кислот, заряженных отрицательно. Капельки с нуклеиновыми кислотами в ультрафиолетовом микроскопе выглядят красными. В поле зрения интерференционных микроскопов капельки становятся разноцветными. С помощью видимых световых лучей в интерференционных микроскопах можно взвесить каждую капельку до 10^{-14} г. Световые лучи, проходя через капельки, изгибаются по-разному, так как капельки имеют разный вес. В капельках могут протекать быстрые химические реакции с катализаторами, например с ферментами. Величина коацерватных капелек от 0,5 до 640 мкм, как и многих клеток. Наши ученые в Московском университете показали, что коацерватные капельки имеют такой же вес и содержание воды, как и клетки. Это предклеточные структуры.

Дальнейшее усовершенствование их привело в свое время к возникновению пробионтов — предшественников современных организмов.

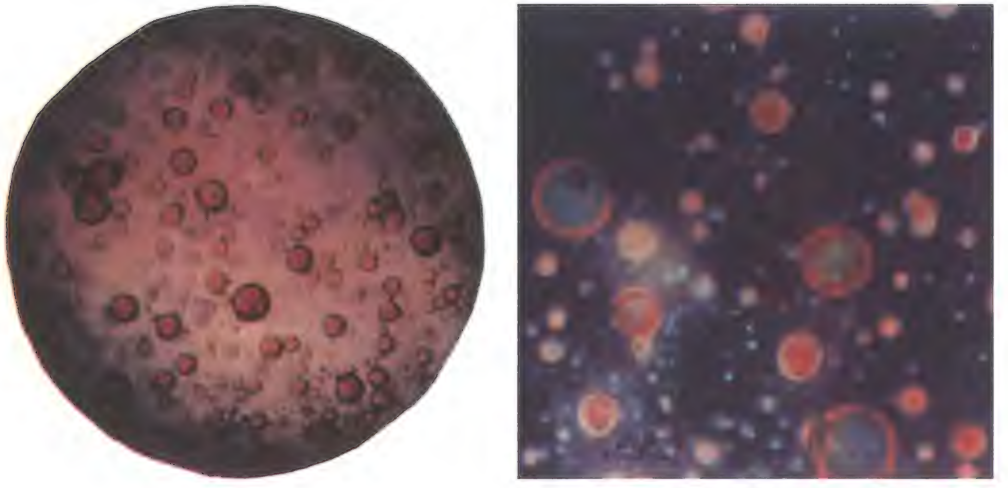
От углеводородов к белкам

Возраст Земли определяется наукой различными способами в пределах 5 млрд. лет, жизнь на ней существует около 3,5 млрд. лет. Таким образом, некоторый период своего существования наша планета была безжизненной. А углеводороды и простейшие органические вещества, возникшие из них, стали появляться на земной поверхности с самого начала ее образования. Они послужили исходным звеном длинной цепи превращений, которые в конце концов привели к возникновению на земной поверхности, в ее водной оболочке и в атмосфере большого числа разнообразных и иногда очень сложных веществ. В самой природе углеводородов уже заложена возможность таких превращений (см. т. 3 ДЭ, ст. «Органические вещества вокруг нас»). Но для того чтобы они происходили, нужен достаточный приток энергии извне. Такая энергия на земной поверхности имелась в нескольких формах: лучистая энергия Солнца, в частности ультрафиолетовые лучи, электрические разряды в атмосфере, энергия атомного распада природных радиоактивных веществ.

Возможность возникновения сложных органических соединений в тех условиях, которые были на поверхности Земли в начальные периоды ее существования, можно доказать даже непосредственными лабораторными опытами. Американский исследователь С. Миллер искусственно воспроизвел обстановку первичной атмосферы Земли: он пропускал тихие электрические разряды через смесь метана, водорода, аммиака и паров воды. В результате получились аминокислоты — основные составные части белковой молекулы. Индийский ученый **К. Бахадур** в подобном же опыте получил аминокислоты под воздействием солнечного света. Этот опыт, применяя ультрафиолетовые лучи, значительно уточнили наши ученые в Институте биохимии имени А. Н. Баха Академии наук СССР. Опыты японского ученого Ш. Акабори тоже показали, как в условиях, существовавших на Земле в первичные периоды, из соединения аминокислот — точнее, из их ближайших предшественников — могли образоваться белковоподобные вещества.

Возникновение первичных организмов

Когда на Земле возникли такие белковоподобные вещества, начался новый этап в развитии материи — переход от органических соединений к живым существам. Сначала органические вещества находились в морях и океанах в виде растворов. У них не было какого-либо строения, какой-либо структуры. Но когда растворы белков или других подобных органических соединений смешиваются между собой, из растворов выделяются особые полужидкие, студенистые образования — коацерваты. Например, если смешать прозрачные растворы желатина и яичного альбумина, то они замутятся, и под микроскопом в них различимы плавающие в воде маленькие резко очерченные капельки. Это и есть коацерваты. В них концентрируются все находящиеся в растворе белковые вещества.



Слева — так выглядят в ультрафиолетовом микроскопе белковоуглеводные коацерватные капельки с нуклеиновыми кислотами.

Справа — в интерференционном микроскопе вокруг коацерватных капелек видны интерференционные кольца (фотографии по Т. Н. Евреиновой).

Хотя коацерватные капельки жидкие, они обладают определенным внутренним строением. Частицы вещества в них расположены не беспорядочно, как в растворе, а с определенной закономерностью. При образовании коацерватов возникают зачатки организации, правда, еще очень примитивной и неустойчивой. Для самой капельки эта организация имеет большое значение. Любая коацерватная капелька способна улавливать из раствора, в котором плавает, те или иные вещества. Они химически присоединяются к веществам самой капельки. Таким образом в ней протекает процесс созидания, роста. Но в любой капельке наряду с созиданием наблюдается и распад. Тот или иной из этих процессов, в зависимости от состава и внутреннего строения капельки, идет быстрее и начинает преобладать.

Представим себе, что в каком-нибудь месте первичного океана смешались растворы белковоподобных веществ и образовались коацерватные капельки. Они плавали не в чистой воде, а в растворе разнообразных веществ. Капельки улавливали эти вещества и росли за их счет.

Скорость роста отдельных капелек неодинакова. Она зависит от внутреннего строения каждой из них.

Если в капельке преобладают процессы разложения, то она скоро распадается. Вещества, ее составляющие, переходят в раствор и поглощаются другими капельками. Более или менее длительно будут существовать лишь те капельки, в которых процессы созидания преобладают над процессами распада.

Таким образом, все случайно возникающие, так сказать «неудачные», формы организации сами собой выпадали из процесса дальнейшей эволюции материи.

Каждая отдельная капелька не может расти беспредельно как одна сплошная масса — она распадается на дочерние капельки. Но каждая капелька в то же время чем-то отлична от своих «сестер» и, отделившись от других, растет и изменяется самостоятельно. В новом поколении все неудачно организованные капельки погибают, разлагаются, а наиболее совершенные участвуют в дальнейшей эволюции материи. Так в процессе возникновения жизни происходил своеобразный естественный отбор коацерватных капелек. Рост коацерватов постепенно ускорялся. Количество организованного вещества на поверхности Земли увеличивалось, усложнялась его организация.

В конечном итоге усовершенствование коацерватов привело к новой форме существования материи — к возникновению на Земле простейших живых существ.

Дальнейшее развитие жизни

Строение этих первичных живых организмов было гораздо совершеннее, чем у коацерватных капелек. Но все же они были несравненно проще даже самых простых из нынешних живых существ. Естественный отбор, начавшийся в коацерватных капельках, продолжался и с появлением жизни. Проходили века, тысячелетия, и строение живых существ все более совершенствовалось в результате естественного отбора.

Вначале пищей для живых существ были только органические вещества, возникшие когда-то из первичных углеводородов. Но с течением времени количество таких веществ уменьшилось. В этих условиях первичные живые организмы должны были либо погибнуть, либо выработать в себе способность строить органические вещества из элементов неорганической природы — из углекислоты и воды. Некоторым живым существам это удалось. В процессе последовательного развития у них появилась способность поглощать энергию солнечного луча, разлагать за счет этой энергии углекислый газ и строить в своем теле из его углерода и воды органические вещества. Так возникли простейшие растения — синезеленые водоросли.

Остатки синезеленых водорослей обнаруживаются в древнейших отложениях земной коры.

Другие живые существа сохранили прежний способ питания, но пищей им стали служить первичные растения. Так возникли в своем первоначальном виде животные.

На заре жизни и растения и животные были мельчайшими одноклеточными существами, подобными живущим в наше время бактериям, синезеленым водорослям, амебам. Большим событием в истории последовательного развития живой природы стало возникновение многоклеточных организмов, т. е. живых существ, состоящих из многих клеток, объединенных в один организм. Постепенно, но значительно быстрее, чем раньше, живые организмы становились все сложнее и разнообразнее.

Чарлз Дарвин и его эволюционное учение

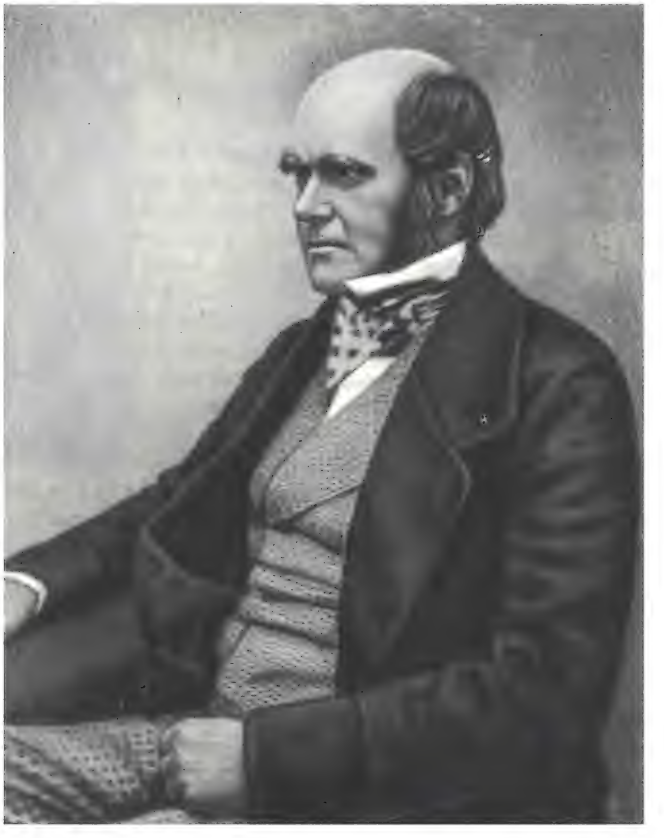
Детство, отрочество и юность

Чарлз Дарвин родился 12 февраля 1809 г. в небольшом английском городке Шрусбери. Его отец, Роберт Дарвин, был врачом. Чарлз рос мечтательным и спокойным мальчиком. В школе его мало интересовали преподаваемые предметы: латинский и греческий языки, история и география мира. Он предпочитал бродить по полям и лесам и внимательно вглядываться в окружающую природу, сравнивая свои наблюдения с тем, что им было прочитано в книгах по естествознанию. Мальчик с увлечением собирал коллекции раковин, минералов, птичьих яиц. Но он никогда не разорял гнезд. Чарлз брал из гнезда лишь одно яйцо, остальные оставлял на месте.

Когда Чарлз окончил школу, отец решил, что сыну лучше всего стать врачом. Осенью 1825 г. Чарлз поехал в Эдинбург, столицу Шотландии, и поступил там на медицинский факультет университета. Его по-прежнему интересовали животные. В часы отлива Чарлз собирал различных морских животных среди скал залива, на берегу которого расположен Эдинбург, а затем изучал их строение и развитие. Уже тогда он сделал два небольших открытия, касавшихся личиночных форм пиявок и мшанок.

Однажды во время экскурсии по берегу залива молодой профессор зоологии Грант кратко изложил семнадцатилетнему Чарлзу эволюционную теорию Ламарка (см. ст. «Жан Батист Ламарк»). Чарлз слушал Гранта молча. Возможно, он вспоминал рассказы отца о дедушке — Эразме Дарвине, который умер за семь лет до рождения Чарлза. Эразм Дарвин — передовой ученый XVIII в., восторженный поклонник Великой французской революции — был врачом, натуралистом, философом и поэтом. Учение Ламарка в пересказе Гранта показалось молодому Дарвину похожим на взгляды деда.

Прошло два года. Чарлза не увлекала медицина, которую преподавали в то время схоластически, без связи с практикой. Нужно было выбирать другую профессию. Но какую? По совету отца Дарвин решил поступить на теологический (богословский) факультет Кембриджского университета. С горечью писал он впоследствии, что три года, проведенные им в Кембридже, были бесплодно потеряны: настоящих знаний занятия на богословском факультете ему не могли дать. Истинным его увлечением в Кембридже были энтомология — наука, изучающая насекомых, — и ботаника. Вскоре Чарлз стал отличным знатоком британских жуков.



Позже, уже став знаменитым ученым, он не раз вспоминал с добродушным смехом, как однажды нашел под корой дерева какого-то редкого жука. Взяв его, он тут же увидел второго, не менее редкого. Схватил его другой рукой. Но в этот миг выполз третий — такого он никогда раньше не встречал. Что делать? Он сунул жука из правой руки в рот, но тот вдруг выпустил ему на язык струю едкой жидкости. Чарлз выплюнул его, но момент был упущен — третий, самый редкостный жук убежал.

Самым замечательным в кембриджский период жизни Дарвина было его знакомство с профессором Генсло. У него Чарлз получил первые настоящие уроки биологии, усвоил методику собирания и определения растений и животных.

Весной 1831 г. Чарлз сдал выпускные экзамены. Окончив университет, он отказался от профессии священника и по совету Генсло решил заняться геологией, в которой был слабее, чем в ботанике и зоологии. В те времена каждый натуралист должен был быть одинаково силен во всех трех, как говорили тогда, царствах природы — минеральном, растительном и животном.

Путешествие вокруг света

В том же году Британское адмиралтейство отправляло парусное судно к Южной Америке для картографической съемки побережья; судно должно было совершить также и кругосветное путешествие. Генсло попросили рекомендовать ученого, который мог бы заняться сбором геологических, зоологических и ботанических коллекций. И он рекомендовал Чарлза.

В конце декабря 1831 г. двадцатидвухлетний Чарлз Дарвин отправился в кругосветное путешествие на корабле «Бигль» в качестве «натуралиста». Пятилетнее плавание на «Бигле» вошло в историю науки именно потому, что на его борту находился Чарлз Дарвин. Он увлекательно и вместе с тем точно описал это плавание в книге «Путешествие натуралиста вокруг света на корабле «Бигль». Книга вышла в свет в 1839 г. К нашему времени она издана на десятках языков и в миллионах экземпляров.

Читая эту книгу, невольно удивляешься, с какой необычайной быстротой скромный юный собиратель горных пород, растений и животных превратился в выдающегося исследователя природы. Дарвин не только собирал и описывал собранный материал, он глубоко вдумывался в явления природы и стремился разгадать ее законы за каждым явлением.

В северной части Патагонии живет несколько видов броненосцев, ленивцев, муравьедов и других так называемых неполнозубых животных. (Неполнозубыми эти животные названы потому, что все зубы у них имеют упрощенное строение и лишены эмали. У взрослых животных некоторых видов зубов нет совсем.) Это сравнительно мелкие животные; нигде, кроме Южной Америки, они не встречаются. Здесь же Дарвин обнаружил в земле гигантские скелеты и черепа (величиной с буйволовы) животных, существовавших около миллиона лет назад. По строению скелетов они были очень похожи на живущих сейчас броненосцев и ленивцев. У Дарвина возник вопрос: не произошли ли современные неполнозубые от этих ископаемых гигантов и не зависят ли их малые размеры от постепенных изменений условий среды?

На островах близ Южной Америки и на самом континенте живет несколько видов волкообразных лисиц. Не было никакого сомнения в том, что они произошли от одного прародича; затем их потомки, расселившись по континенту и островам, постепенно изменились в различных условиях существования.

На Галапагосских островах, расположенных в Тихом океане, примерно в тысяче километров от Южной Америки, все растения и животные удивительно похожи друг на друга и на некоторых представителей южноамериканской флоры и фауны. Дело в том, что Галапагосский архипелаг вулканического происхождения и его острова поднялись со дна сравнительно недавно. Несомненно, что растения и животные этих островов были занесены с Южноамериканского материка. Близость их к американским видам, а еще более друг к другу хорошо прослеживается. Но это совсем не те виды, которые живут на материке.

Взять хотя бы в качестве примера маленьких птичек из семейства земляных вьюрков. Почти на каждом острове архипелага обитает свой вид этих птичек. Попав с материка на архипелаг, они постепенно изменялись, причем на каждом острове изменялись по-особому, хотя острова Галапагосского архипелага лежат совсем рядом.

«Почему так? — спрашивал себя Дарвин.— Образ жизни всех этих птиц, черепах, ящериц одинаковый, но сами животные оказались разными».

Многочисленные наблюдения привели Дарвина к твердому убеждению, что библейский рассказ о «сотворении мира» — наивная сказка, что история развития растений и животных измеряется миллионами лет. Объяснение того, каким образом возникли на Земле различные виды растений и животных, надо искать в самой природе.

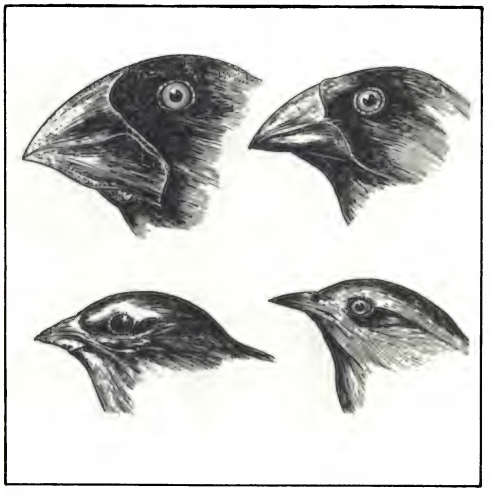
Вернувшись в Англию, Дарвин в течение нескольких лет издал пять томов под общим названием «Зоологические результаты путешествия на корабле «Бигль». В них подробно описаны внешний вид, образ жизни и географическое распространение всех животных, собранных Дарвином, а также найденные им скелеты ископаемых животных. Все пять томов снабжены превосходными многоцветными таблицами. Одновременно Дарвин выпустил один за другим три тома о геологических исследованиях во время путешествия. В одном из них с большой тщательностью были описаны коралловые рифы и острова, изложена теория их происхождения.

Учение о происхождении видов

Установив, что все разнообразие органического мира возникло в результате его постепенного развития, Чарлз Дарвин считал, что этого еще недостаточно, нужно убедительно объяснить, как, в силу каких естественных законов оно происходило. Только в

Мегатерий — ископаемое неполнозубое млекопитающее — высотой превышал слона. *Справа* — современный маленький ленивец.

Разные виды галапагосских вьюрков.



этом случае будет обеспечен успех эволюционного учения, т. е. учения о постепенном историческом развитии органического мира.

Через полгода после возвращения на родину Дарвин приступил к сбору материалов о происхождении видов растений и животных. Подавляющее большинство ученых относилось к эволюционному учению отрицательно. Духовенство встречало его в штыки, так как эволюционное учение подрывало основы религии.

Чарлз Дарвин решил выступить со своей теорией лишь после того, как сам убедится в том, что она неопровержима. Он начал старательно копить факты, свидетельствующие об изменяемости животных и растений. Пусть тогда спорят о частностях, о деталях, но основные положения теории уже никто не сможет подорвать!

Собирая факты, Дарвин заставил на себя работать всех, в том числе и мальчишек, которые ловили ему ящериц и змей, приносили щенят и кроликов. Он изучал домашних животных, перечитывал сотни книг, делал множество выписок.

Напряженная работа расшатала здоровье Дарвина. На его работоспособности отрицательно сказывалась и жизнь в шумном, душном Лондоне. Он приобрел небольшой дом с садом в деревне Даун, в шестнадцати милях от Лондона, и в 1842 г. переехал туда с женой и детьми. Там ученый прожил до конца своей жизни, там же он написал почти все свои труды.

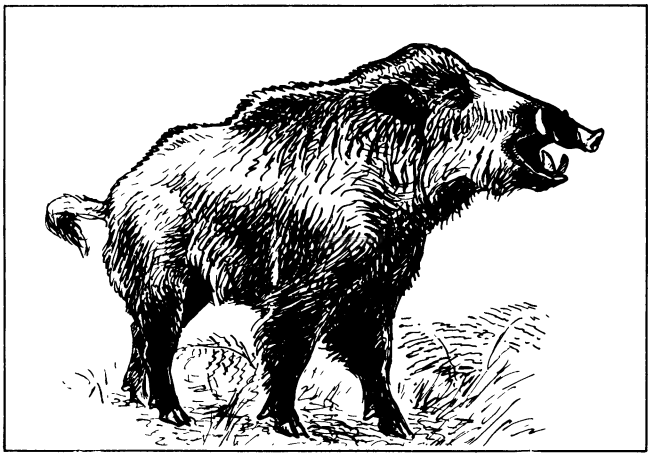
В 1842 г. Дарвин впервые решился кратко изложить свою теорию. В 1844 г. это изложение было значительно расширено. Однако и новый текст Дарвин все еще считал черновым наброском и познакомил с ним только двух самых близких друзей.

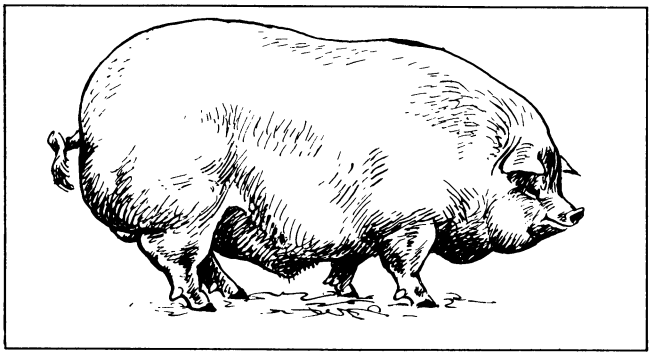
1 июля 1858 г. состоялось чрезвычайное собрание членов Линнеевского общества, на котором были заслушаны извлечения из работ Дарвина о его теории. Весь ученый мир с нетерпением ожидал появления книги Дарвина. Первоначальные сроки написания многотомного сочинения были изменены. Дарвин решил закончить его позже, а пока что издать «краткое извлечение» из него под названием «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь». В день выхода книги в свет, 24 ноября 1859 г., весь ее тираж — 1250 экземпляров — был распродан. Немедленно приступили к подготовке второго издания.

Книга Дарвина произвела величайшую революцию в науке. Она навсегда разрушила господство религиозного представления о неизменности видов. И до Дарвина некоторые натуралисты, в том числе Ламарк и Эразм Дарвин, выступали против учения о неизменности видов. Но ни один из предшественников Дарвина не сумел привести убедительных, неопровержимых доказательств эволюционного процесса, объяснить, по каким законам он происходит. Дарвин направил все силы на поиски этих законов. Прежде всего он обратился к практике, к тысячелетнему опыту выведения новых сортов культурных растений и новых пород домашних животных.

Многие растения и животные, используемые человеком в хозяйстве, не существуют в природе. Но несомненно, что они потомки каких-то диких прародичей. Кроме того, каждое из этих растений и животных выведено человеком во множестве сортов и пород: стоит вспомнить, сколько существует разнообразных сортов капусты, яблонь, груш, сколько пород собак, овец, коров, лошадей. Нередко эти сорта и породы отличаются друг от друга более резко, чем раз-

Дикий кабан
и боров английской
породы свиней.





ные виды диких растений и животных. Например, разные виды волков не так резко отличаются друг от друга, как различные породы домашней собаки. Как же растениеводы и животноводы достигли такого многообразия? Путем *искусственного отбора*.

Предположим, что нужно вывести породу лошадей, отличающуюся быстротой бега. Из потомства пары быстро бегающих лошадей оставляют на племя особенно резвых жеребят. Скрещивая отобранных племенных лошадей во многих поколениях и отбирая лучших, получают в конце концов породу великолепных бегунов. Если же отбирать на племя самых сильных жеребят, то через несколько поколений может получиться порода тяжеловозов. Этим же путем выводят яйценоских и мясных кур, высокоудойных коров, различные сорта яблонь.

При отборе человек обращает внимание на те особенности животных и растений, которые для него наиболее полезны, желательны. Повторяя отбор особей с определенным признаком, человек постепенно, из поколения в поколение, усиливает этот признак и в конце концов получает породу или сорт, резко отличающиеся от исходной формы. Человек, производя отбор, преследует свои интересы, а не интересы животного или растения. Он вывел, например, породу свиней, так отягощенных жиром, что они едва могут двигаться. Такая свинья в условиях дикой природы немедленно погибла бы.

Так Дарвин нашел решение задачи о происхождении видов. В самом деле, ведь и у диких растений и животных все признаки, все особенности так же изменчивы, как и у домашних. А может быть, и в дикой природе новые виды образуются путем отбора? Но кто производит этот отбор? Можно ли допустить, что в природе отбор происходит по воле и по плану какого-то существа, сознательно ведущего растения и животных к заранее поставленной им цели?

О борьбе за существование натуралистам было известно давно, но только Дарвин понял значение этой борьбы в эволюции органического мира. Животные и растения могут приносить чрезвычайно большое потомство. Трудно даже представить себе, какое огромное количество семян дает ежегодно любое дерево. Но лишь немногие из этих семян попадают в подходящие условия, дают ростки и вырастают во взрослые деревья. Некоторые рыбы откладывают десятки, сотни тысяч и даже миллионы икринок. Луна-рыба, встречающаяся в наших дальневосточных водах, мечет около 300 млн. икринок. Но большая часть икры погибает или поедается другими животными. Только из немногих икринок выводятся мальки, но и они в основном становятся добычей хищников. В конце концов из множества икринок, отложенных одной рыбой, развиваются и доживают до зрелости лишь одиночные особи. Подрастающее поколение да и взрослые особи гибнут от суровых условий природы: от жары, засухи, морозов. Гибнут они и от прямых своих врагов: растения — от травоядных животных, травоядные — от хищников. Выживают наиболее приспособленные.

Отдельные особи вида всегда отличаются друг от друга цветом, формой, силой, быстротой и множеством других особенностей. Одни из этих особенностей полезны для вида, другие вредны, третьи безразличны. Очевидно, обладатели полезных особенностей будут выживать, обладатели вредных — гибнуть. Таким образом, в природе происходит отбор особей, наиболее приспособленных к определенным условиям жизни. Этот отбор Дарвин назвал *естественным* в противоположность производимому человеком искусственному отбору.

Путем естественного отбора от общих прародичей возникают разнообразные виды, подобно тому как от общего ствола дерева отходят в разные стороны ветви. Представим себе, что в какой-то местности

волки питаются оленями. Чтобы поймать оленя, требуется особая быстрота. Очевидно, более быстрые волки смогут ловить оленей, а менее быстрые станут охотиться за малоподвижной добычей, например за овцами. Естественный отбор разделит волков на две разновидности, резко отличающиеся друг от друга. Со временем, все более и более отходя друг от друга, они превратятся в два разных вида.

Так Дарвин нашел основной закон исторического, эволюционного развития организмов. Этот закон превосходно объяснял всю совокупность биологических явлений, просто и убедительно решал самые запутанные загадки живой природы.

Одним из труднейших вопросов биологии была до Дарвина так называемая органическая целесообразность. Еще в глубокой древности люди обратили внимание на то, что все организмы — растения и животные — устроены замечательно целесообразно. Каждый отдельный орган чем-нибудь да полезен всему организму, и строение каждого органа делает организм приспособленным к условиям обитания и к образу жизни животного или растения. До Дарвина ученые объясняли это тем, что бог заранее предусмотрел, как должны быть устроены растения и животные, чтобы жить в предназначенных для них условиях.

Дарвиновское учение о естественном отборе научно, материалистически объясняет происхождение целесообразности в природе. Если в борьбе за существование выживают организмы, приспособленные к определенным условиям существования, а неприспособленные вымирают, то выжившие организмы неизбежно должны оказаться целесообразно устроенными. В другую геологическую эпоху, в других условиях жизни когда-то целесообразно устроенные организмы могут оказаться нецелесообразно устроенными, неприспособленными. Они вымрут, уступив место организмам, особенности которых более соответствуют новым условиям.

Друзья и враги Дарвина

Маркс, Энгельс и Ленин высоко ценили учение Дарвина. Вскоре после выхода в свет труда Дарвина Маркс писал Энгельсу, что эта книга «дает естественноисторическую основу для наших взглядов».

Ленин так определил значение учения Дарвина: «...Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений как на ничем не связанные, случайные, «богом созданные» и неизменяемые и впервые поставил биологию на вполне научную почву, установив изменяемость видов и преемственность между ними...»

Со дня выхода в свет первой книги Дарвина вокруг его учения завязалась острая борьба. Нападали на Дарвина церковники и реакционные ученые. А передовые, прогрессивные ученые стали на его сторону. Борьба за дарвинизм и против продолжается и в наши дни. И в этой борьбе каждое новое открытие в естествознании подтверждает, что учение великого Дарвина незыблемо в своей основе.

Многие выдающиеся ученые применили с блестящим успехом учение Дарвина в специальных областях биологии и тем способствовали окончательному торжеству дарвинизма.

Среди этих ученых особенно замечательны: в Англии — ботаник Дж. Гукер, анатом и палеонтолог Т. Гексли и зоогеограф А. Р. Уоллес; в Америке — ботаник А. Грей; в Германии — зоолог Э. Геккель и биологи Ф. и Г. Мюллеры.

Крупнейшая роль в распространении и дальнейшей разработке дарвинизма принадлежит русским ученым: К. А. Тимирязеву, братьям А. О. и В. О. Ковалевским, И. И. Мечникову, И. М. Сеченову, И. П. Павлову, М. А. Мензбиру, А. Н. Северцову, И. И. Шмальгаузену, Н. И. Вавилову, С. С. Четверикову и другим.

Дарвин умер 19 апреля 1882 г., в возрасте семидесяти трех лет. Незадолго до смерти он сказал: «Я совсем не боюсь умирать». Это были его последние слова.

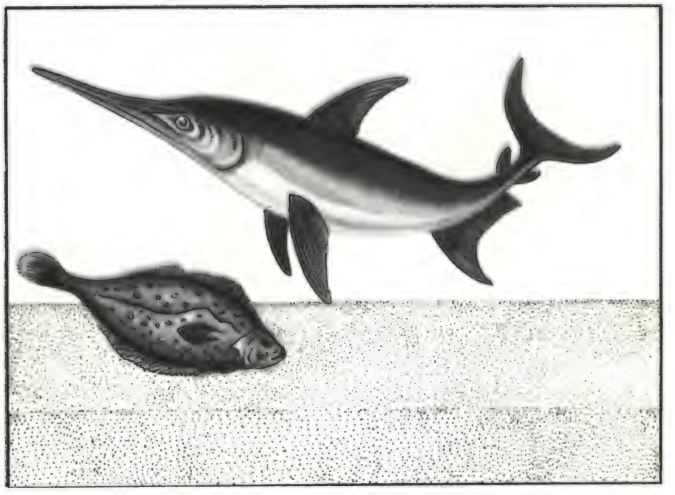
Чарлз Дарвин похоронен в Лондоне, в здании Вестминстерского аббатства, неподалеку от могилы Ньютона.

Со времени выхода книги Дарвина «Происхождение видов» прошло более 100 лет. За это время в биологии сделано много новых открытий, позволяющих глубже понять сущность процесса эволюции живых существ.

Дарвин писал, что в свете теории естественного отбора возрастает в громадной степени значение изучения наших домашних пород. Новая разновидность, выведенная человеком, представится более любопытным и важным предметом изучения, чем добавление еще одного вида неизвестных ранее диких животных или растений к бесконечному числу уже занесенных в списки.

Советские биологи и селекционеры много сделали и еще больше сделают для осуществления этого завета Дарвина, высказанного им в книге «Происхождение видов».

Как живут в природе растения и животные



У меч-рыбы и камбалы разные условия обитания, и потому формы их тел различны.

Что изучает экология

Биологи давно установили, что растения и животные существуют не сами по себе, а в тесной зависимости от окружающей неживой природы (климата, почв, рельефа) и от других организмов, испытывают на себе их воздействие, должны к ним приспосабливаться. Жизнь животных и растений в изоляции от остальной природы невозможна, поскольку только оттуда они получают воздух и воду, там добывают пищу и находят укрытия от врагов и непогоды.

В процессе исторического развития, в результате естественного отбора у растений и животных возникли тончайшие, порой удивляющие нас приспособления к условиям обитания. Так, вся организация крота свидетельствует о том, что он подземный житель. Форель — типичный обитатель быстротекущих рек и ручьев, а карась — тихих стоячих прудов. Кувшинка и тростник — растения пресных водоемов. Мох сфагнум характерен для болот, саксаул и кактусы — для пустынь.

Глубокий отпечаток на растения и животных накладывает их существование среди других организмов, взаимодействие с ними. Сосна, выросшая на поляне, вдали от опушки леса, отличается широкой, развесистой кроной, начинающейся низко над землей. У сосен, растущих по соседству, но в лесу, кроны сдвинуты вверх, узкие, нередко неравномерно, асимметрично развитые. Тому причиной взаимное влияние деревьев в насаждении, их конкуренция.

Зависимость растений и животных от условий существования, тесные связи между совместно живущими организмами изучает особая отрасль биологии — *экология*.

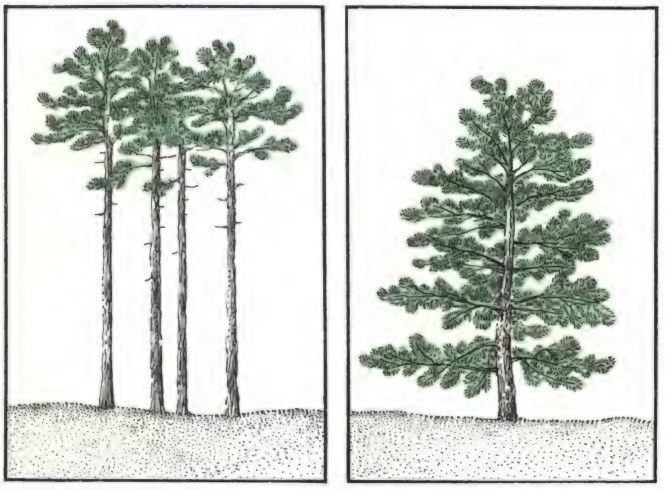
Термин «экология» был предложен в 1866 г. известным немецким зоологом, последователем Ч. Дарвина Эрнстом Геккелем. Это название образовано из двух греческих слов: «экос» (или «ойкос»), т. е. убежище, дом, местопребывание, и «логос» — учение. Следовательно, буквально экология — наука о жизни животных и растений «у себя дома», т. е. в естественной обстановке. Фактически экология охватывает очень широкий круг вопросов.

Во-первых, она изучает влияние на различные виды организмов отдельных элементов среды, или *факторов среды*, а также их комплексов. Среди них различают физико-химические факторы (температура, свет, влажность, осадки, ветер, почва и т. п.), биотические (взаимное влияние организмов друг на друга), антропогенный фактор (влияние на живую природу деятельности человека). Во-вторых, экологи изучают так называемые *популяции* животных и растений, т. е. группировки особей, которые принадлежат к одному виду, обитают на ограниченном пространстве и обладают общими признаками и биологическими свойствами. Наконец, очень важное место в экологии занимает познание не только отдельных видов и составляющих их популяций, но и целых животно-растительных сообществ, или *биоценозов*, состоящих из популяций разных видов. Этот раздел экологии называется *биоценологией*.

Основная арена научного поиска экологов — сама природа. В экспедициях и на стационарах экологи ведут наблюдения за жизнью растений и животных в различных условиях, стремятся установить закономерности воздействия на организмы факторов среды, проводят количественные учеты, выясняют распределение животных и растений по местности, изучают популяции и сообщества. На «вооружении» ученых — самая разнообразная техника, включая самолеты и вертолеты, приборы ночного видения — ноктовизоры, дистанционные электрические термометры, электронные приборы для радиотрекинга (выслеживания животных с помощью радио), точные приборы для определения интенсивности фотосинтеза и транспирации растений непосредственно в природе и многое другое.

Полевые экологические исследования сочетаются с лабораторными. В лабораториях с помощью сложных приборов и точных физиологических и биохимических методов экологи-экспериментаторы выясняют, каким путем действуют на организмы

Сосна, выросшая на поляне *(справа)*, и сосны в лесу.



свет, температура, пища и другие факторы. Экспериментальное направление в экологических исследованиях в наше время приобрело такое большое значение, что его считают особой научной дисциплиной — физиологической экологией (экологической физиологией).

Организм и среда

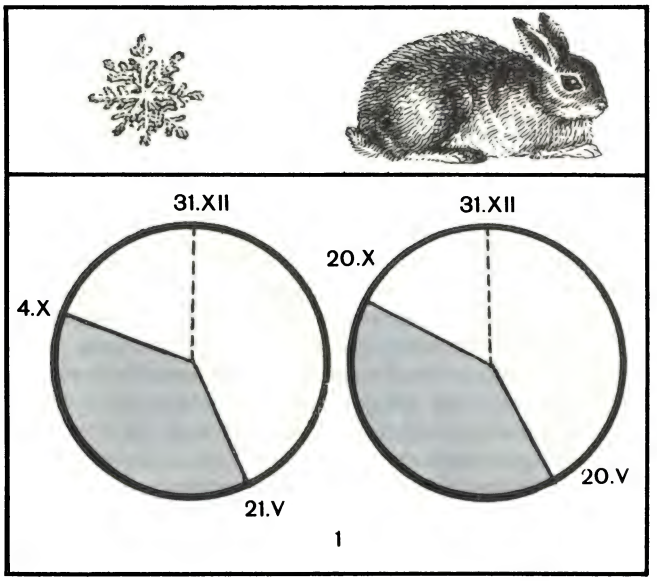
Изучение экологии растений и животных показало, что каждый вид при определенных условиях чувствует себя особенно хорошо, нормально растет и размножается. Эти условия называют *экологическим оптимумом*. Следует, однако, помнить, что оптимальные условия бывают неодинаковы не только для разных видов, но, например, для взрослых животных и их детенышей. Так, взрослые хищные звери питаются мясом, а их маленькие детеныши — только материнским молоком.

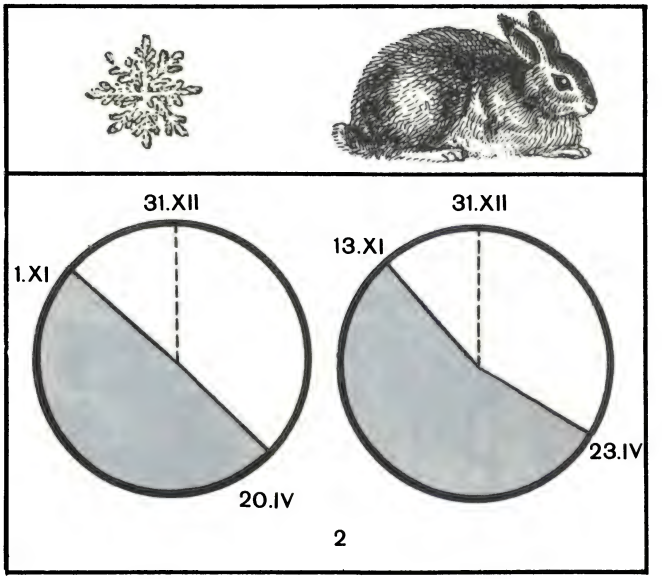
Одни виды могут достаточно безболезненно переносить колебания экологических факторов, например высокие и низкие температуры, сильно отклоняющиеся от оптимальных. В борьбе за существование такие растения и животные часто имеют преимущества. Но многие виды могут нормально жить лишь в строго определенных условиях и с трудом переносят их изменения или вовсе не мирятся с ними. Таковы, например, большинство обитателей тропических стран (колибри, попугаи, орхидеи, бананы, пальмы) или суровых ландшафтов Арктики и Антарктики (белые медведи, моржи, пингвины).

Характер реакций животных и растений на воздействие одинаковых факторов среды глубоко различен. Большинство животных благодаря своей подвижности и высокоразвитым формам поведения способны активно избегать неблагоприятного действия внешних условий, могут самостоятельно находить наиболее подходящие для себя места обитания. Растения же этих возможностей лишены, и поэтому их приспособления к среде ограничиваются особенностями анатомии, физиологии и т. п.

Особенно важное значение для растений и животных имеют климатические факторы — свет, температура, осадки и пр. Зеленым растениям необходим солнечный свет. Ведь только благодаря энергии солнечных лучей осуществляется в растении фотосинтез. Разным видам растений нужно различное количество света. Светолюбивые растения предпочитают открытые участки, а в лесу — верхние его ярусы и прогалины между деревьями, тогда как теневыносливые могут нормально существовать только под пологом других растений. Смена дня и ночи привела к разделению животных на дневных и ночных, причем многие из них настолько приспособились к активной жизни в определенные часы суток, что не могут передвигаться и добывать пищу в другое время. Значение фактора света сказывается и в том, что разные виды дневных птиц пробуждаются по утрам только тогда, когда освещенность достигнет необходимой для них яркости. Поэтому птицы подают голоса в строгой последовательности: сперва дрозды, потом кукушка, соловей, зяблик и, наконец, гнездящиеся в дуплах большая синица и воробей (см. ст. «Биологические часы»).

Исключительно важную роль в жизни всех организмов играет температура среды обитания. К ней особенно чувствительны так называемые «холоднокровные» животные и те, которые плохо переносят колебания теплового режима. Температура тела «холоднокровных» животных — всех беспозвоночных и низших позвоночных — зависит в основном от температуры воздуха или воды и изменяется вслед за нею. Поэтому «холоднокровных» правильнее называть пойкилотермными, т. е. животными с переменной температурой. Поскольку для нормального обмена веществ и осуществления всех физиологических процессов в организме животного нужна достаточно высокая температура, наземные «холоднокровные» животные избирают более нагретые участки или греются на солнце. У ящериц под действием солнечных лучей температура тела даже при холодном воздухе может быстро повыситься до 28—37°, так что они на какое-то время становятся «теплокровными». Температура тела у них резко повы-





шается и во время движения. Даже у рыб, когда они быстро плывут, температура тела может подняться до 37°, намного превысив температуру воды.

У «теплокровных» животных — птиц и млекопитающих — температура тела устойчивая. Она почти не зависит от теплового режима среды, так как их организм сам вырабатывает необходимое ему тепло и регулирует его расход. Поэтому даже при сильном морозе (—35 —40°) температура тела песца или полярного волка +38—40°, а разница между температурами тела и воздуха может составлять 70° и больше. Точно так же звери и птицы могут регулировать температуру своего тела и в жаркую погоду. Подобные приспособления дают им большие преимущества в борьбе за существование, позволяя обитать в очень суровых условиях. Однако многие виды млекопитающих и птиц, например тропические и полярные, могут жить только при строго определенном температурном режиме и поэтому распространены в ограниченных географических областях земного шара.

Температурные условия среды не менее важны и для растений. Рост и развитие каждого их вида возможны лишь при определенном тепловом режиме. От температуры зависят фотосинтез, транспирация и другие физиологические процессы, а также обмен веществ внутри растения. Для растений важно не только общее количество тепла, но и распределение его во времени. Семенам многих видов растений для нормального развития нужен период воздействия сравнительно низких температур, которые для взрослых растений неблагоприятны. Не одинаковы потребности в тепловом режиме и в разные периоды развития растений, не говоря о коренных различиях между теплолюбивыми и холодостойкими видами. Лиственницы в сибирской тайге переносят самые суровые зимы, хотя промерзают насквозь. Кактусы в пустынях Северной Америки выдерживают нагревание до 60—65°.

Растения не только испытывают на себе действие температурных условий и вынуждены к ним приспосабливаться, но и сами их изменяют. Конечно, дерево, даже большое, оказывает незначительное влияние на окружающее пространство. Иное дело растительное сообщество, особенно лесное насаждение. Под его пологом и температура, и ветер, и все остальные элементы климата резко отличаются от господствующих по соседству, за пределами лесной опушки. Летом в густом лесу прохладнее и более влажно, зимой заметно теплее, чем в поле или на лугу. Каждому растительному сообществу свойствен свой, характерный для него микроклимат. Он исключительно важен не только для самих растений, но и для обитающих здесь животных, которые находят в лесу, кустарниках и густой траве защиту от палящего солнца, дождя, сильного ветра, бурана, метели.

В средних и северных широтах огромное значение в жизни растений и животных имеет снег, на долгие месяцы сплошь покрывающий землю. Из-за слабой теплопроводности снежный покров хорошо защищает скрытую под ним растительность и животных от сильных морозов. Только благодаря защите снега зимой не вымерзают многие растения, в том числе озимые хлебные злаки, а некоторые не перестают развиваться. Под снегом продолжают свою обычную жизнь мыши, полевки, кроты и самые мелкие наши зверьки — прожорливые землеройки. Зато в суровые малоснежные зимы они в массе погибают от холода и голода. В толще снега прячутся от морозов и ночуют рябчики, белые куропатки, тетерева, глухари. В снегу устраивают свои лежки зайцы, лисицы, волки, косули, лоси. Даже берлоги бурых медведей сверху заваливает толстый слой снега, так что звери спят в теплой и

Диаграммы показывают зависимость средних сроков сезонной линьки зайца-беляка от продолжительности снежного покрова:

1 — даты установления и схода снежного покрова *(слева)* и сроки линьки зайца в Мурманской области; *2* — то же самое в Ленинградской области.

Лось устраивает лежку в глубоком снегу.

сухой подснежной пещере. Но рыхлый снег затрудняет передвижение зверей. Особенно туго приходится тем из них, у которых при большом весе тела узкие, изящные лапы или копыта,— мелким лесным кошкам, косулям, зайцам-русакам. Недаром у животных, издавна обитающих в районах с глубоким снежным покровом,— зайца-беляка, рыси, песца, соболя — в процессе эволюции выработались специальные приспособления, облегчающие передвижение по рыхлому снегу. Их широкие, обросшие длинной и жесткой шерстью лапы напоминают лыжи-снегоступы.

Исключительно велика в жизни растений и животных роль влаги. Без нее невозможно их существование. У растений имеются специальные приспособления для извлечения влаги из окружающей среды и удаления ее избытка из организма, связанные с особенностями мест произрастания видов. Обитатели засушливых мест — ксерофиты (кактусы и др.) способны накапливать воду в тканях и крайне экономно ее расходовать. Напротив, растения-гигрофиты, приспособленные к существованию во влажных местах, усиленно испаряют влагу. У некоторых гигрофитов (например, у комнатного растения филодендрона) излишняя вода удаляется путем обильного выделения капель.

Растения находятся в глубокой зависимости от почвы, откуда черпают влагу и питательные вещества. Они чутко реагируют на различия физических и химических свойств почвы и их изменения. Многие виды растений специально приспособлены к произрастанию на определенных типах почв и встречаются только на них. Вместе с тем растения играют очень важную роль в образовании и развитии почв, обогащая их органическими веществами. В этих процессах велико также значение микроорганизмов, дождевых червей, многих других беспозвоночных животных и роющих зверьков.

Популяции и биоценозы

Изучение жизни животных и их экологических особенностей показало, что особи какого-либо вида, обитающие в одном месте, обладают многими общими признаками и отличаются от своих собратьев, живущих поблизости, но в других условиях. Такие местные группировки животных, как мы уже говорили, носят название *популяций* (от латинского слова «популюс» — население). Изучение популяций занимает сейчас в экологии очень важное место.

Популяции различаются как экологическими особенностями, так и разными соотношениями числа самцов и самок, взрослых и молодых животных и т. д. Более того, особи, принадлежащие к разным популяциям, отличаются величиной тела и развитием внутренних органов. Популяционные отличия хорошо выражены не только у животных, но и у растений. У растений существуют особые *экотипы*, отличающиеся внешним видом и экологическими особенностями, в частности временем развития, интенсивностью роста и т. д. Например, широко распространенный злак ежа сборная на пойменном лугу несравненно лучше развит, чем растущий на каменистом грунте; он дает в 3—4 раза больше зеленой массы, сильно отличается микроскопическим строением стебля и листьев.

Цепь питания, начинающаяся от семян ели: *1* — белка; *2* — большой пестрый дятел; *3* — ястреб-тетеревятник; *4* — клест; *5* — полевка; *6* — куница (объяснение в тексте).

Популяции разных видов растений и животных, которые совместно населяют какой-либо *биотоп*, т. е. пространство, отличающееся своими особыми условиями обитания, образуют единое сообщество. Его называют *биоценозом* (от греческих слов «биос» — жизнь и «койнос» — общий). Таковы различные типы лесов, лугов, болот и т. д. Биоценозами являются не только естественные сообщества, но и созданные человеком поля, сады, огороды, водохранилища. Каждый биоценоз характеризуется определенным набором видов, которые не просто живут в одном месте, но обязательно находятся в тесном взаимодействии между собой, а также со своим биотопом — его почвой, рельефом, микроклиматом. Чтобы подчеркнуть эти разносторонние связи, часто говорят о *биогеоценозах*, или *экосистемах*.

Ботаники считают растительные группировки, входящие в биогеоценозы, особыми фитоценозами. Однако на самом деле они столь неразрывно связаны с обитающими здесь животными и с физическими условиями, что правильнее видеть в сообществах растений лишь подразделения биогеоценозов.

Ведущую роль в биоценозе играют растения. Заселяя свободное пространство, они кладут начало сообществу и формируют его. Под действием растительности изменяется характер почвы, возникает особый микроклимат. Животные появляются вслед за растениями-пионерами, находят в их зарослях укрытие от врагов и неблагоприятной погоды, питаются зелеными и подземными частями растений, их цветами, плодами, семенами. Появившись в растительном сообществе, животные начинают воздействовать и на растительность и на почву, причем нередко в результате их деятельности изменяется весь биоценоз.

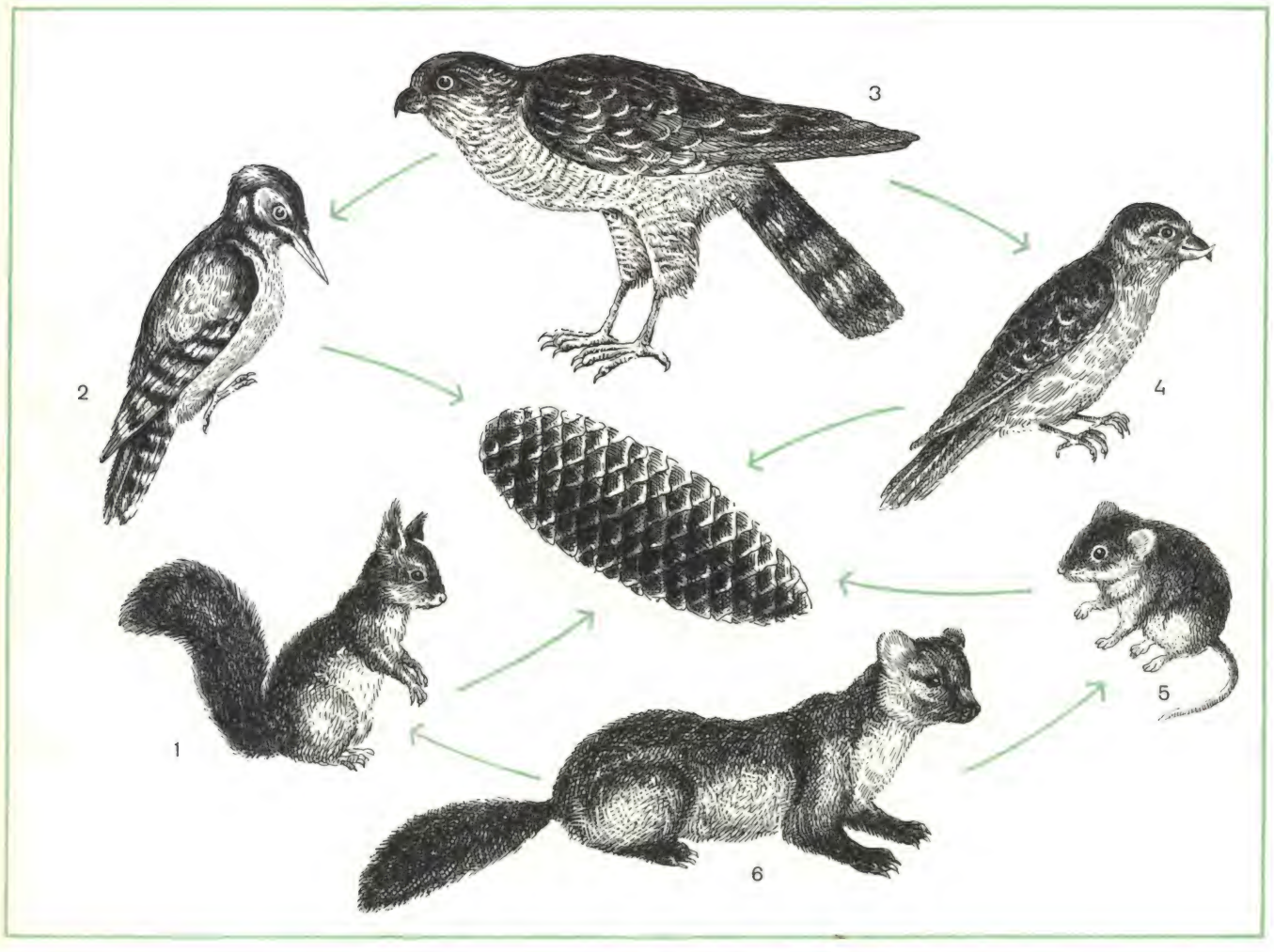
Каждый биоценоз объединяет то или иное число видов растений и животных. Оно тем больше, чем благоприятнее и разнообразнее экологические условия данной местности. Сравните пышную растительность и богатый животный мир влажных тропических лесов с однообразной флорой и фауной наших северных ельников и сосновых боров.

От богатства видового состава зависит степень сложности структуры растительного покрова. Например, в нашем широколиственном или смешанном лесу, где совместно произрастают растения, различающиеся по экологическим потребностям (в частности, в отношении света), они сильно отличаются ростом, степенью развития кроны и листвы и потому образуют 3—4 вертикальных яруса. В тропических же лесах насчитывается до 4—5 ярусов одних только деревьев. К тому же они обвиты лианами, поросли растениями — паразитами и эпифитами. Благодаря сочетанию видов, различных по своей экологии, на сравнительно ограниченном пространстве может жить значительно больше растений, чем сходных в экологическом отношении. Подобные неоднородные, сложно устроенные сообщества значительно полнее используют питательные вещества, влагу и другие естественные ресурсы. Сказанное относится не только к растениям, но и к животным. Разнообразие животного мира и его распределение по территории зависят от растительного покрова.

Как мы уже говорили, самая важная особенность биоценоза — тесные связи между составляющими его организмами и их влияние на сообщество в целом. Эти взаимосвязи возникают прежде всего на основе питания. Их так и называют *пищевыми связями* или *цепями питания*. В начале каждой такой цепи находятся те или иные растения, поскольку только они создают органическое вещество из неорганических элементов окружающей природы. Это вещество служит пищей растительноядным животным, которыми, в свою очередь, питаются хищники.

Вот, например, цепь питания, которая начинается от шишек и семян ели. Еще шишки только развиваются, а их уже поражают гусеницы бабочек-огневок, иногда они в массе объедают чешуйки и семена. Этих насекомых поедают синицы. Семена ели в шишках, висящих на ветвях,— основной корм клестов, больших пестрых дятлов и белок. Клесты, стайками быстро перелетающие с дерева на дерево, не столько шелушат шишки, сколько роняют их почти не тронутыми на землю. Казалось бы, клесты — конкуренты белок. Однако это не так. Оказывается, шишки, упав вниз на влажный мох, плотно сжимают чешуйки и поэтому надолго сохраняют семена, т. е. корм для белок. Между тем из шишек, оставшихся на деревьях, все семена высыпаются зимой, и на снегу их подбирают только полевки, землеройки, синицы, чечетки. На всех этих птиц и зверьков охотятся лесная куница, ястреб-тетеревятник, лисица, горностай. Но и эти хищники не гарантированы от нападения более крупных и сильных — росомахи, рыси, беркута.

Ясно, что в биоценозе не одна, а много подобных цепей питания. Они переплетаются друг с другом, нередко тянутся за пределы данного сообщества в соседние или даже отдаленные биоценозы. Возникает сложная паутина связей, включающая большое число членов, так или иначе зависящих один от другого. Поэтому урожай или неурожай растительного корма, возрастание или падение численности его потребителей или хищников неизбежно сказывается на всем биоценозе.



Остановимся на роли хищников в жизни животных. Испокон веков все хищные звери и птицы считались вредными и для других животных и для человека. Казалось бы, что для увеличения численности оленей, лосей, зайцев надо истребить их врагов — хищников. Часто так и поступали. Однако результаты оказывались совершенно неожиданными — вначале количество травоядных животных действительно возрастало, но вскоре резко падало, так как среди них вспыхивали массовые заболевания, появлялось много слабых особей. Теперь экологами установлено, что даже такие хищники, как волки, в первую очередь настигают не здоровых и сильных, а больных, увечных, старых животных, которым трудно спасаться от преследователей. Уничтожая таких неполноценных зверей, хищники способствуют оздоровлению всей популяции. К тому же, ограничивая численность копытных, они не допускают чрезмерной потравы ими пастбищ. Таким образом, в природе деятельность хищников и численность их жертв тонко уравновешены. Это имеет огромное значение для нормального существования животно-растительных сообществ.

Конкуренция и взаимная выгода

Пищевые связи в сообществе становятся особенно напряженными в голодные годы, когда плохо уродились основные корма, а питающиеся ими животные перед этим сильно размножились. В такие годы из-за острой нехватки корма даже между зайцами-беляками может возникнуть сильная конкуренция, и они затевают драки около еще не обглоданных кустов ив и клочков сена на лесных дорогах.

В мире растений борьба за существование и конкуренция внешне носят, конечно, иной характер, чем у животных. Однако и здесь она бывает очень острой и заканчивается гибелью менее приспособленных. Растения конкурируют между собой из-за пространства, света и воздуха, из-за почвенной влаги и питательных веществ. Растения развиты в разной степени, и среди них всегда есть более слабые, которые и проигрывают в жизненном соревновании, все более отстают в росте от соседей, чахнут и в

конце концов засыхают. Такие угнетенные деревья легко увидеть в любом лесу. Они — побежденные в бескровной, но жестокой борьбе за место под солнцем.

Раз совместная жизнь организмов в сообществе сопровождается конкуренцией и даже гибелью менее приспособленных, казалось бы, совместное их обитание нецелесообразно. На самом деле, несмотря на гибель какой-то части неполноценных особей, в целом популяция выигрывает от совместного существования растений или животных одного вида. Густо растущие растения в молодом возрасте лучше противостоят натиску других видов. Гнездящиеся вплотную одна к другой птицы (например, грачи в грачевнике или полярные кайры на птичьем базаре) хотя и терпят от беспокойных соседей много неудобств, но зато совместными усилиями успешнее охраняют гнездовую колонию и одновременно свое собственное гнездо от нападения хищников.

Большие преимущества в борьбе за существование подчас дают группировки животных разных видов, вроде смешанных стад антилоп, зебр, жирафов и страусов в африканских саваннах.

Сложные отношения между животными возникают вследствие обитания на одной и той же ограниченной территории. Мы уже упоминали о взаимной помощи птиц в гнездовых колониях в борьбе с врагами. Однако в тех же совместных гнездовьях в начале сезона наблюдаются резкие столкновения между парами, претендующими на удобные места для гнезд и материал для их постройки. Серьезные распри происходят даже между мелкими птицами, когда весной они занимают участки для гнезд и выкармливания птенцов.

Индивидуальными или семейными участками владеют многие млекопитающие. Чтобы в их пределы не вторгались другие звери того же вида, хозяева активно защищают границы своей территории и, кроме того, обозначают их при помощи мочи или испражнений, которыми метят кусты, кочки, деревья и пр. Так делают лисицы, волки и даже домашние собаки.

В мире животных часто бывает так, что опустевшие чужие норы и гнезда используют новые обитатели. В лесах многие виды птиц, зверьков и насекомых селятся в дуплах, выдолбленных и брошенных дятлами. Старые гнезда ворон, сорок и грачей занимают пернатые хищники, а иногда белки и куницы. Оставленные барсуками обширные подземные городки служат надежным пристанищем лисицам, енотовидным собакам, лесным кошкам и даже волкам. Иногда барсуки мирно живут вместе с лисицами в разных концах подземных лабиринтов.

Колебания численности у животных. Миграции

Количество особей у одних видов животных из года в год остается примерно одинаковым, у других наблюдаются огромные колебания численности. Хорошо известны, например, случаи появления массы стрекоз, бабочек или каких-либо иных насекомых. В последние годы морские звезды размножились у берегов Австралии в таком огромном количестве, что поставили под угрозу существование коралловых полипов. Подобные явления свойственны едва ли не всем группам наземных и водных животных.

Порой массовые размножения сопровождаются столь же массовыми *миграциями*, т. е. переселением животных. Миграции свойственны белкам, леммингам, кедровкам, саджам, саранче и др.

Массовое размножение и полезных и вредных животных влечет за собой серьезные последствия и для человека и для природных биоценозов. Потому это явление издавна привлекало внимание экологов. Удалось установить, что в одних случаях массовые размножения повторяются с большой регулярностью через несколько лет, во многих других — через неодинаковые промежутки времени.

Причины колебаний численности очень сложны и далеко не одинаковы у разных видов, даже у близкородственных или сходных по экологии. Массовому появлению тех или иных животных способствуют благоприятная погода, обилие корма, малочисленность врагов (хищников, паразитов, конкурентов), ослабление контроля со стороны человека. Первостепенное значение имеет действие биологических закономерностей, регулирующих размножение и смертность в пределах отдельных популяций. Оказывается, что в период высокой численности вида начинает сказываться недостаток места, пищи и у самок падает плодовитость, а молодые животные хуже выживают и в большом количестве погибают, не дожив до взрослого состояния. В результате наступает падение численности вида. Однако спустя какое-то время при благоприятном сочетании условий в популяции наступает очередной расцвет.

Ясно, что в зависимости от состояния популяций животных они в разной степени влияют на растительность, других животных и на всю природу в целом. Массовые размножения таких опасных вредителей, как саранча, шелкопряды и многие другие, приводят к повреждениям посевов, лугов и целых лесных массивов в огромных масштабах, иногда к полному их уничтожению.

Влияние человека на органический мир

Итак, каждый биоценоз представляет собой сложную и вместе с тем гармонично устроенную систему, где все виды и их популяции находятся в тесной взаимной связи. Поэтому всякое неосторожное вмешательство в жизнь того или иного биоценоза может повлечь за собой совсем неожиданные и нежелательные последствия.

В наше время к ведущим экологическим факторам в жизни и отдельных видов и их сообществ принадлежит *антропогенный фактор*, т. е. деятельность человека. Антропогенный фактор оказывает на органический мир и прямое и косвенное влияние. Наиболее очевидные примеры непосредственного воздействия человека на растительность и животный мир — вырубка лесов, распашка целинных степей, истребление отдельных видов зверей и птиц, посадка новых лесных полос и массивов, расселение полезных видов растений и животных и т. д. Масштабы всех этих мероприятий исключительно велики.

Не меньшее значение для флоры и фауны имеет воздействие человека путем изменения среды обитания. Например, вырубка леса совершенно изменяет условия существования лесных животных. В результате орошения в пустынях возникают цветущие оазисы и создаются отличные места обитания для новых видов растений и животных, ранее чуждых пустыням. Интереснейшие процессы формирования биоценозов наблюдаются в создаваемых искусственных водохранилищах.

Экология и ее раздел биоценология помогают разрабатывать научные основы обогащения, преобразования и охраны живой природы, правильного использования богатств флоры и фауны, а также других мероприятий. Роль этих разделов биологии сейчас возросла как никогда прежде, а в будущем, несомненно, станет еще большей.

Клетка

Открытие Гука

Современник великого Ньютона и его соотечественник физик Р. Гук интересовался оптикой. В то время только что появился микроскоп. Ученый решил рассмотреть под микроскопом тонкие срезы различных растений. Первый же взгляд открыл ему мир, о существовании которого доселе никто не подозревал. Во всех препаратах встречались ажурные структуры, поражавшие своей красотой и изяществом. Оторваться от счастливой находки Гук не мог. Одно наблюдение следовало за другим. В 1665 г. Гук представил в Лондонское королевское общество свою книгу под названием «Микрография, или некоторые физиологические описания мельчайших тел посредством увеличительных стекол». В ней Гук впервые употребил новый научный термин — *клетка*. Он писал: «Острым ножом я отрезал тонкий-тонкий кусочек пробки, и, поместив его на черную пластинку, поскольку он сам был белым, а также осветив его при помощи плоско-выпуклого стекла, я чрезвычайно легко заметил, что весь он перфорирован и порист, подобно пчелиным сотам, однако поры расположены не столь правильно. Тем не менее ему нельзя отказать в сходстве с пчелиными сотами. Эти поры, или клетки, были не очень глубоки, но состояли из большого числа маленьких отделений, разгороженных диафрагмами».

После открытия Гука многие ученые продолжили изучение клеток. Однако прошло почти два столетия, прежде чем они смогли убедиться, что именно клетки — главная составная часть всех живых организмов, что все живое на Земле, от высших животных и растений до бактерий, состоит из клеток.

Творцы клеточной теории

Первые микроскописты вслед за Гуком обращали внимание только на оболочки клеток. Понять их нетрудно. Микроскопы в то время были несовершенны и давали малое увеличение.

Только в 1833 г. английский ботаник Р. Броун, первооткрыватель хаотического теплового движения

Так выглядели клетки под микроскопом Гука.

частиц (названного впоследствии в его честь броуновским), открыл в клетках *ядра*. Броун в те годы интересовался строением и развитием диковинных растений — тропических орхидей. Он делал срезы этих растений и исследовал их с помощью микроскопа. Броун впервые заметил в центре клеток какие-то странные, никем не описанные сферические структуры. Он назвал эту клеточную структуру ядром.

Известие об открытии в клетках ядер и само по себе было очень важным. Но важно и то, что, как нередко бывает в науке, одно открытие послужило толчком к другим.

Через пять лет после открытия ядра появился термин, определяющий остальное содержимое клетки,— *протоплазма* (теперь ее называют *цитоплазмой*). В течение последующих лет ученые обстоятельно исследовали роль протоплазмы в живой клетке. После этого термин «протоплазма» приобрел всеобщее признание, хотя окончательно роль протоплазмы и всех ее частей стала ясна только в наши дни.

В это же время немецкий ботаник М. Шлейден установил, что растения имеют *клеточное строение*. Именно открытие Броуна послужило ключом к открытию Шлейдена. Дело в том, что часто оболочки клеток, особенно молодых, видны в микроскоп плохо. Другое дело — ядра. Легче обнаружить ядро, а затем уж оболочку клетки. Этим и воспользовался Шлейден. Он начал методично просматривать срезы за срезами, искать ядра, затем оболочки, повторять все снова и снова на срезах разных органов и частей растений. После почти пяти лет методичных изысканий Шлейден закончил свою работу. Он убедительно доказал, что все органы растений имеют клеточную природу.

Шлейден обосновал свою теорию для растений. Но оставались еще животные. Каково их строение, можно ли говорить о едином для всего живого законе клеточного строения? Ведь наряду с исследованиями, доказывавшими клеточное строение животных тканей, были работы, в которых это заключение резко оспаривалось. Делая срезы костей, зубов и ряда других тканей животных, ученые никаких клеток не видели. Состояли ли они раньше из клеток? Как видоизменялись? Ответ на эти вопросы дал другой немецкий ученый — Т. Шванн, создавший клеточную теорию строения животных тканей. Натолкнул Шванна на это открытие Шлейден. Шлейден дал в руки Шванна хороший компас — ядро. Шванн в своей работе применил тот же прием — сначала искать ядра клеток, затем их оболочки.

В рекордно короткий срок — всего за год — Шванн закончил свой титанический труд и уже в 1839 г. опубликовал результаты.

После этого факт клеточного строения всех живых организмов стал неоспоримым. Дальнейшие исследования показали, что можно найти организмы, которые состоят из громадного числа клеток; организмы, состоящие из ограниченного числа клеток; наконец, такие, все тело которых представлено всего одной клеткой. Бесклеточных организмов в природе не существует.

Позже было установлено, что каждая клетка возникает не иначе, как путем деления предшествующей ей материнской клетки. В 1855 г. немецкий биолог Р. Вирхов четко сформулировал это правило в афоризме, ставшем знаменитым: «Каждая клетка — только из клетки».

Основные компоненты живых клеток

Среди цитологов долгое время было широко распространено мнение, что между клетками дифференцированных организмов, таких, как высшие растения и животные, и микроскопических одноклеточных организмов, таких, как бактерии, больше различий, чем сходства.

Во-первых, в клетках высших организмов всегда можно было увидеть ядро (эти организмы назвали *эукариотами*). В микробных же клетках долгое время увидеть ядро или похожие на него образования не удавалось. Но с развитием микроскопической техники и методов наблюдения удалось найти и в микробных клетках подобие ядра — области, содержащие основную массу дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК), которые несут генетическую (наследственную) информацию. Эти области отличались от окружающей цитоплазмы по поглощению света, что и позволило их «увидеть». Обнаруженные структуры назвали *нуклеоидами*, чтобы отличить их от истинных ядер — *нуклеусов*. Таким образом, оказалось, что и у эукариотов и у остальных организмов, которые назвали *протокариотами*, есть ядерные структуры, несущие наследственную информацию, и, следовательно, различия между ними не так уж значительны.

Во-вторых, в цитоплазме клеток эукариотов были обнаружены различные структуры, или, как их часто называют, *органоиды*: митохондрии, пластиды (в растительных клетках) и др. Затем при изучении отдельных фракций клеток в электронном микроскопе удалось обнаружить мелкие структуры — *рибосомы*. А цитоплазма микроорганизмов долгое время казалась оптически пустой. Но с течением времени и в клетках протокариотов были найдены аналоги митохондрий и рибосомы. Таким образом, никаких серьезных различий между клетками эукариотов и протокариотов не оказалось.

То же можно сказать и о различиях между животными и растительными клетками. Хотя клетки растений и содержат части, которых нет в животных клетках (целлюлозная оболочка; пластиды — хлоропласты, лейкопласты, хромопласты; вакуоли, т. е. полости, заполненные клеточным соком), сходства между обоими типами клеток больше, чем различий. Поэтому мы и опишем одновременно ультрамикроскопическое строение и растительных и животных клеток.

В ядрах и растительной и животной клетки можно обнаружить одно или несколько *ядрышек*. Ядра окружены двухслойной мембраной, в которой были найдены отверстия, или поры. Эти отверстия открывают путь в цитоплазму. Весь объем цитоплазмы подразделили на две главные части: ту часть цитоплазмы, которая примыкает к оболочке, назвали *эктоплазмой*, а внутреннюю часть — *эндоплазмой*. В эндоплазме была обнаружена густая сеть канальцев, которую назвали *эндоплазматической сетью* или *эндоплазматическим ретикулумом* (сеть — полатински «ретикулум»).

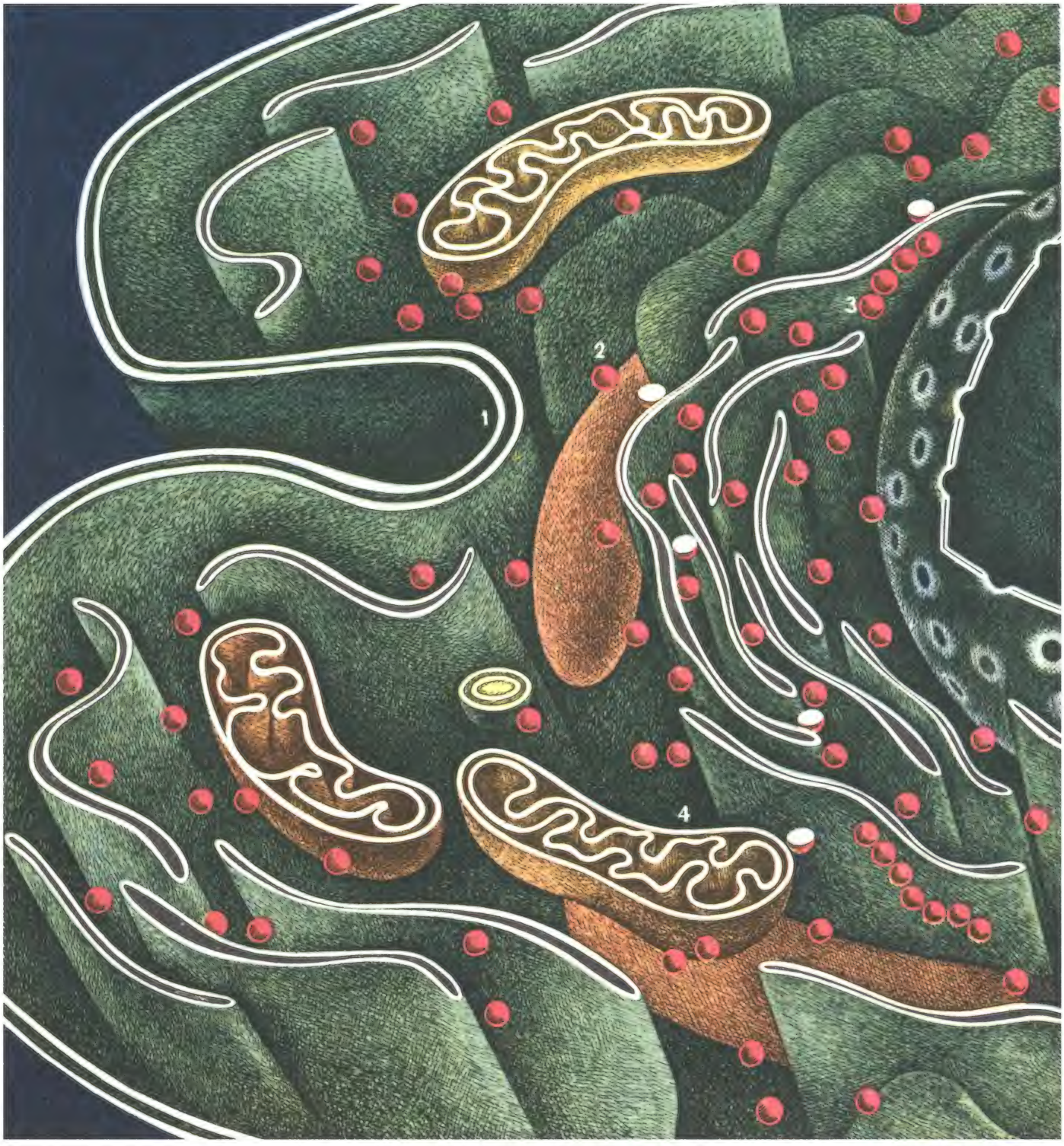
Многие поры в ядерной оболочке соединены с канальцами. Поэтому ворота в ядерной оболочке открыты не просто в цитоплазму, а в канальцы эндоплазматического ретикулума. Эта особенность оказалась очень важной. Ученые определили, что каждый ген, т. е. участок ДНК, управляет какой-то одной реакцией в клетке, правильнее — в цитоплазме клетки. Для этого под его контролем должен синтезироваться специфический фермент. Но ферменты — это белки, и их синтез происходит не в ядре, где находятся гены, а в цитоплазме. Синтезом всех белков занимаются мельчайшие структуры в цитоплазме — рибосомы. Но как знать рибосомам, какой нужно синтезировать белок? Оказывается, что на каждом гене синтезируется его копия, но только в виде другой нуклеиновой кислоты — рибонуклеиновой, или, сокращенно, РНК. Эти молекулы РНК, возможно особым образом «упакованные» (такие «пакеты» информации называют *информосомами* или *информоферами*), вытекают через поры ядерной оболочки, попадают в цитоплазму и соединяются с рибосомами, множество которых прикреплено к канальцам снаружи. Когда к ним подплывают молекулы РНК, несущие информацию от генов, начинается синтез ферментов. Готовые порции ферментов уходят в цитоплазму и там осуществляют свою роль — управляют всеми бесчисленными реакциями, протекающими в живой клетке. В цитоплазме эти ферменты необходимы многочисленным структурам и включениям.

Оболочка клеток животных тонка, и клетки друг с другом легко сообщаются. Другое дело — растительные клетки. У них оболочка толстая, построена она из целлюлозы. Но и в этом случае клетки не отделены друг от друга непроницаемым «забором». В целлюлозной оболочке имеются поры, через которые из клетки в клетку протянулись тяжи цитоплазмы — *плазмодесмы*. По этим канальцам сообщений и происходит взаимодействие растительных клеток друг с другом.

Мы познакомились с общим устройством клеток. Остановимся на строении отдельных органоидов клетки.

Митохондрии. Митохондрии — это энергетические подстанции клеток, как их часто называют. В митохондриях синтезируются вещества, запасающие химическую энергию клеток. Митохондрии после пластид — самые большие из органоидов цитоплазмы. Их толщина колеблется от 0,2 до 2 мкм (микрометров), длина — от 0,5 до 7 мкм. По форме они разнообразны: округлые, овальные, палочковидные, нитевидные. Оболочка митохондрий двухслойная, толщина ее около 0,02 мкм. По всему объему мито-

Схема строения клетки (условно):
1 — двухслойная оболочка клетки; *2* — рибосома; *3* — полисома; *4* — митохондрия (в разрезе); *5* — эндоплазматический ретикулум; *6* — ядро; *7* — ядерная оболочка; *8* — ядерная пора; *9* — ядрышко.



9
8
7
6
5

хондрии оболочка образует складки, выступающие внутрь этой частицы. Эти перегородки — *кристы* — сильно увеличивают внутреннюю поверхность митохондрии, что, по-видимому, очень важно, так как на ней располагаются ферментные белки.

Аппарат Гольджи. В 1898 г. итальянский цитолог К. Гольджи, применив новый метод наблюдения за клетками в микроскоп (введение солей серебра в клетку), обнаружил в нервных клетках совы и кошки сетчатые структуры, которые затем так и назвали — аппарат Гольджи. В последовавшие за этим открытием годы аппарат Гольджи был описан для всех клеток и животных и растений. Аппарат Гольджи представляет собой чаще всего скопление пузырьков, маленьких вакуолей, цистерн в определенных участках цитоплазмы. Эти пузырьки имеют различную форму — шарообразную, уплощенную, вытянутую, часто располагаются параллельно друг другу, нередко соединяются с канальцами эндоплазматической сети.

В растительных клетках встречаются плоские, расположенные параллельно цистерны. Стопку таких цистерн называют *диктиосомами* (размерами они совпадают с митохондриями).

Функции аппарата Гольджи окончательно не выяснены. Одни ученые предполагают, что в них синтезируются клеточные секреторные вещества, другие — что в пузырьках аппарата Гольджи скапливаются различные вещества, синтезируемые в цитоплазме,— жиры, гормоны, некоторые ферменты, компоненты желчи и другие молекулы.

Хлоропласты и другие пластиды. В зеленых участках растительных клеток располагаются многочисленные хлоропласты. Хлоропласты — это самые крупные органоиды (4—6 мкм). Форма их различна: сферические, яйцевидные, дискообразные, даже гантелеобразные. В некоторых водорослях хлоропласты (или хроматофоры) имеют пластинчатое строение, и такие пластинки или даже ленты тянутся, часто переплетаясь друг с другом, вдоль всей клетки нитчатой водоросли.

Внутри хлоропластов обнаружены многочисленные пластинки (до 60 в одном хлоропласте), располагающиеся стопками друг над другом. Внутри хлоропластов встречаются крахмальные зерна. Функции хлоропластов хорошо изучены. В них содержится особый пигмент — *хлорофилл*, который поглощает энергию солнечного луча и, используя ее, осуществляет синтез углеводов из воды и углекислого газа (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»).

В растительных клетках существуют близкие по размерам к хлоропластам пластиды еще двух видов: бесцветные — *лейкопласты* и окрашенные — *хромопласты*.

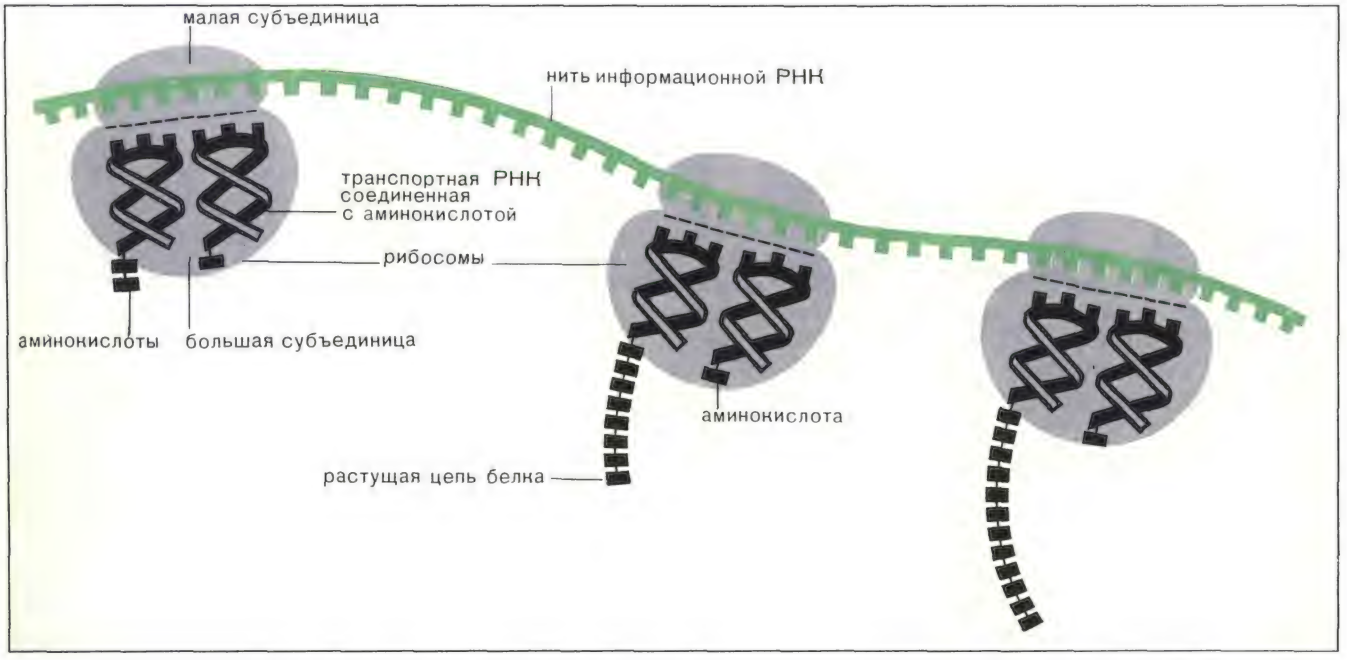
Рибосомы. Самые мелкие включения цитоплазмы (0,01—0,015 мкм), встречающиеся во всех без исключения живых клетках,— рибосомы, белковые фабрики клеток. О функции рибосом мы уже упоминали. Расскажем о ней подробнее. Рибосомы, состоящие из двух частей — субъединиц (малой и большой), присоединяются к молекулам информационной РНК (и-РНК). К одной молекуле и-РНК может быть прикреплено много рибосом. Такая структура имеет свое название — *полирибосома* или *полисома*. К рибосомам подходят молекулы транспортных РНК (т-РНК), доставляющие аминокислоты, из которых и будут строиться белковые молекулы. Роль рибосом заключается в том, что они помогают установить пространственное соответствие между участками и-РНК и т-РНК. Участок и-РНК, кодирующий одну аминокислоту, соединяется с соответствующим участком т-РНК. Если они совпадают, то присоединенная к т-РНК аминокислота присоединяется к цепи строящегося белка. Продвигаясь вдоль по цепи и-РНК, рибосома последовательно подставляет нужные т-РНК с аминокислотами, выполняя роль «контролера» генетической записи.

Основные функции клеток

В наше время все организмы принято делить на две группы: *эукариоты* и *протокариоты*. У эукариотов ядро четко оформлено и отделено от цитоплазмы ядерной оболочкой. У протокариотов нет четко оформленного ядра — нуклеуса, его заменяет область, содержащая основную массу ДНК,— нуклеоид. К протокариотам относятся бактерии, актиномицеты (см. ст. «Микробы») и синезеленые водоросли. Все остальные организмы — эукариоты.

Живые клетки дифференцированных организмов отличаются по форме и нередко по своим функциям. Отличаются друг от друга, иногда довольно сильно, и клетки разных органов и тканей одного и того же организма. Но есть функции, присущие всем клеткам. Во всех клетках под контролем генетического аппарата осуществляется синтез белков. Клетка, не синтезирующая белки, по сути дела мертва. Клетка живет,— значит, ее компоненты непрерывно меняются. Но основные классы веществ и животной и растительной клетки известны. Цитоплазма, ядро и оболочка клеток состоят преимущественно из белков,

Схема синтеза белка с участием информационной РНК и транспортных РНК. В целом структуры, содержащие нить информационной РНК и несколько рибосом, называют полисомами.



липидов, углеводов (сахара́ и полисахариды), витаминов и гормонов, органических кислот и других сложных органических соединений, а также простых по химическому строению веществ — солей, различных радикалов.

Чтобы все внутриклеточные процессы могли осуществляться, необходима энергия. В живых клетках постоянно идет энергетический обмен. Клетки обладают важнейшим для их жизни свойством — запасать и тратить энергию (подробнее о процессах дыхания и брожения см. в ст. «Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах»).

Клетка существует в постоянном контакте с окружающими клетками или с окружающими организм веществами. Жизнь клетки, по существу, заключается в поглощении веществ извне, преобразовании этих веществ в нужные для жизни клетки компоненты и передаче их в другие клетки, или запасании внутри данной клетки, или выведении из организма (экскреция). Этот обмен веществ тесно переплетен с энергетическим обменом. Он происходит под контролем генетического аппарата клеток. Понять жизнь клеток — значит разобраться в том, как взаимообусловлены и как протекают во времени и пространстве все три процесса: обмен информационный (передача генетической информации), обмен энергетический и обмен веществ.

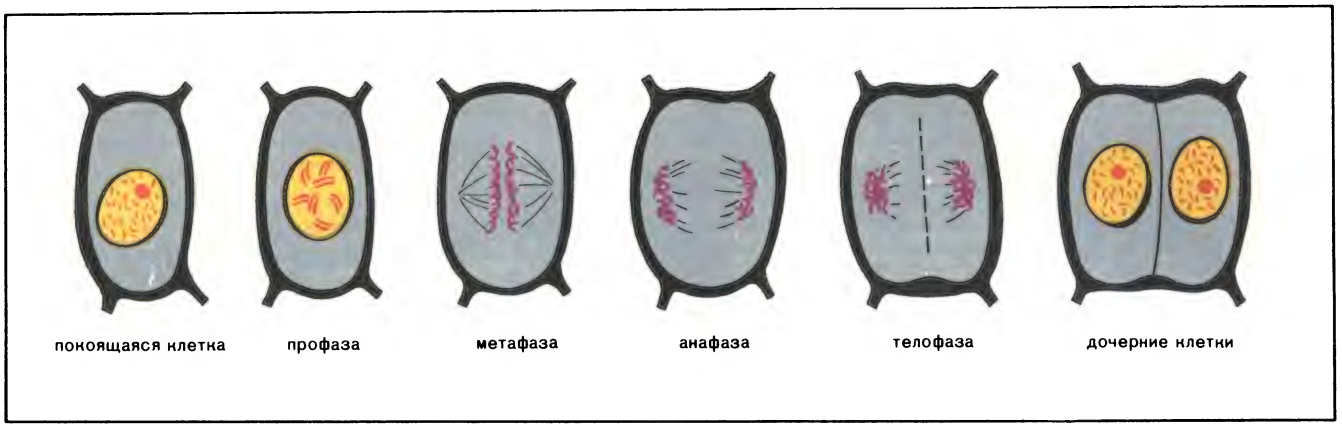
На всех стадиях развития клетки осуществляется регулирование ее жизнедеятельности. Сейчас биологам известно много способов регуляции жизнедеятельности клетки, включая генетическую регуляцию внутриклеточных процессов. Регуляция нужна и для обеспечения важнейшей функции живой клетки — свойства раздражимости, т. е. способности отвечать на воздействия, которым подвергается клетка извне.

Совсем недавно биологи обнаружили удивительное свойство клеток. Они способны не только изменять свой энергетический обмен, обмен веществ, строение в ответ на внешние раздражения, но и самоизлечиваться от повреждения их генетического аппарата и даже от повреждений внутриклеточных органелл. Открыты специальные репарирующие (восстанавливающие) ферменты клеток, которые синтезируются под контролем специальных генов. Эти гены обнаружены не только в клетках протокариотов, но и в клетках эукариотов, включая человека.

Как размножаются клетки

Одно поколение сменяет другое, организмы рождаются и умирают, но виды живут тысячелетия, сохраняя свои признаки в основных чертах неизменными. Каждое растение или животное оставляет после себя потомство, и этот процесс повторяется снова и снова.

Последовательные стадии митоза (цвета условны).



Преемственность организмов создает бессмертие вида.

Преемственность организмов — это прежде всего преемственность клеток. Две половые клетки — отцовский сперматозоид и материнская яйцеклетка,— сливаясь, образуют одну клетку — *зиготу*, обладающую задатками признаков отцовского и материнского организмов. Эта клетка делится несметное число раз, создавая новый организм. Достигнув зрелости, организмы размножаются вновь.

Способ размножения клеток был открыт далеко не сразу. Мысль, что каждое ядро также происходит только из ядра, возникла у ученых давно. Но они полагали, что ядро просто делится на две примерно равные части. Роль ядра, вернее составных частей ядра, в таком важнейшем акте жизнедеятельности, как деление клеток, была окончательно выяснена лишь к концу XIX в.

Еще в 50-х годах XIX в. немецкий ботаник В. Гофмейстер обнаружил в ядре клеток традесканции своеобразные структуры. Не зная их истинного назначения, Гофмейстер зарисовал эти изогнутые палочки. Зарисовал и забыл о своем рисунке. А это была огромная находка: Гофмейстер открыл *хромосомы*. Открытие оставалось не замеченным до тех пор, пока в 70-х годах XIX в. хромосомы не привлекли внимание ученых.

Прежде всего ученые заметили некоторые особенности движения хромосом в делящихся клетках. Превращения хромосом во время деления клеток обрастали подробностями. Во-первых, было обнаружено расщепление хромосом на две одинаковые части во всех делящихся клетках. Во-вторых, оказалось, что во всех случаях хромосомы распределялись между дочерними клетками точно поровну. Стоило этому процессу нарушиться, и организмы, клетки которых получали неравное число хромосом, заболевали и умирали. В-третьих, было установлено, что каждому из видов животных и растений свойственно свое число хромосом в ядрах клеток. Нашлись организмы, у которых половые клетки содержали всего по одной хромосоме (например, один из видов аскарид). А у некоторых организмов (среди простейших) число хромосом более трехсот. В наше время твердо установлено, что хромосомный набор — одна из важнейших характеристик живых организмов.

Но если число хромосом в ядре каждой клетки должно быть строго постоянным, должен существовать какой-то особый механизм, благодаря которому сохраняется это число хромосом. Такой механизм деления клеток был обнаружен на самом деле.

Процесс деления ядра, или *митоз*, в наше время хорошо изучен. Все стадии митоза имеют свои названия. Когда хотят сказать о неделящемся, покоящемся ядре, говорят, что оно находится в *интерфазе* — фазе, промежуточной между двумя последовательными делениями. Что же представляет собой интерфазное ядро?

Начнем с его границы. Подобно древним крепостям, окруженным двумя стенами, ядро заключено в двухслойную оболочку. Эта двухслойная защита ядра пронизана порами, через которые ядро может общаться с окружающей его со всех сторон цитоплазмой.

За оболочкой расположено содержимое ядра, которое в обычный микроскоп выглядит как сплошная слегка зернистая масса. Зернышки невелики и равномерно распределены по ядру. В ядре с помощью светового микроскопа удается обнаружить только одну деталь — шарообразную или овальную структуру, которую назвали ядрышком. Если же рассматривать ядро не в световой, а в электронный микроскоп, то удается заметить длинные, очень тонкие нити. Они невидимы в обычный световой микроскоп.

Как удалось установить, эти нити составлены из особых полимерных молекул нуклеиновых кислот, окруженных молекулами особых (так называемых гистонных) белков. В конце интерфазы перед митозом происходит важное изменение в нуклеиновых кислотах: их молекулы удваиваются. Рядом с имеющейся нитью выстраивается вторая такая же нить.

Первая стадия непрямого деления ядра — митоза (или кариокинеза, как его раньше называли) — получила название *профазы*. Зернышки интерфазного ядра начинают перемещаться все более интенсивно, уплотняться, увеличиваться в размерах. Нити нуклеопротеидов (комплексы белков с нуклеиновыми кислотами, из которых состоят хромосомы) в это время скручиваются, как говорят цитологи, спирализуются. Подобно тому как из тонкой длинной проволочки можно свернуть короткую толстую спираль, так и нить нуклеопротеида сворачивается в более короткую и гораздо более толстую структуру. А толстую структуру увидеть проще.

Не удивительно, что теперь в клетке, рассматриваемой в световой микроскоп, проступают контуры нитей, до этого невидимых. Эти нити (их называют хроматиновыми) постепенно еще более укорачиваются и утолщаются, и, наконец, структуры приобретают вид хромосом. Иногда удается заметить, что они расщеплены продольно и состоят из двух половинок — *сестринских хроматид*. К моменту формирования хромосом в ядре происходит еще два удивительных события. Во-первых, исчезает ядрышко (или ядрышки). Во-вторых, растворяется оболочка, и ядро теперь соприкасается с цитоплазмой всей своей поверхностью. Этим профаза заканчивается.

Начинается *метафаза*. Хромосомы разворачиваются и выстраиваются в плоскости, рассекающей ядро по экватору. Эту плоскость называют *экваториальной пластинкой*. В этот момент особенно четко видимы еще одни участники акта деления хромосом. Оказывается, что с двух полюсов клетки к каждой хромосоме тянутся особые нити. Они присоединяются к хромосомам не как попало, а только в определенных местах, там, где находятся светлые колечки — так называемые *центромеры*. Другие концы нитей собраны в полюсах клетки, где также находятся особые тельца — *центросомы*. Хотя хромосомы к моменту выстраивания в экваториальной пластинке уже разделились пополам на две сестринские хроматиды, они нередко еще сцеплены в одной точке. Такой точкой как раз и является центромера. К концу метафазы на мгновение всякие движения замирают. Затем все центромеры делятся пополам, и каждая из половинок хромосом оказывается свободной, снабженной своей центромерой и своей нитью. Хроматиды уже можно назвать *сестринскими* или *дочерними хромосомами*.

Все дочерние хромосомы расходятся и начинают двигаться к полюсам ядра. Наступает следующая стадия — *анафаза*. Складывается впечатление, что именно нити, укорачиваясь, тянут хромосомы к полюсам. Как только хромосомы собираются в полюсах ядра, анафаза заканчивается, и ядро вступает в последнюю стадию деления.

Эта стадия — *телофаза*, обратная профазе. Хромосомы начинают удлиняться, утончаться, образуются хроматиновые нити, они перепутываются и формируют клубок. Ядро превращается в интерфазное. Каждая из половинок разделившегося ядра обособляется своей оболочкой, снова появляются ядрышки, а через некоторое время по центру клетки воздвигается перегородка. Телофаза завершается полным обособлением образовавшихся дочерних клеток — *цитокинезом*.

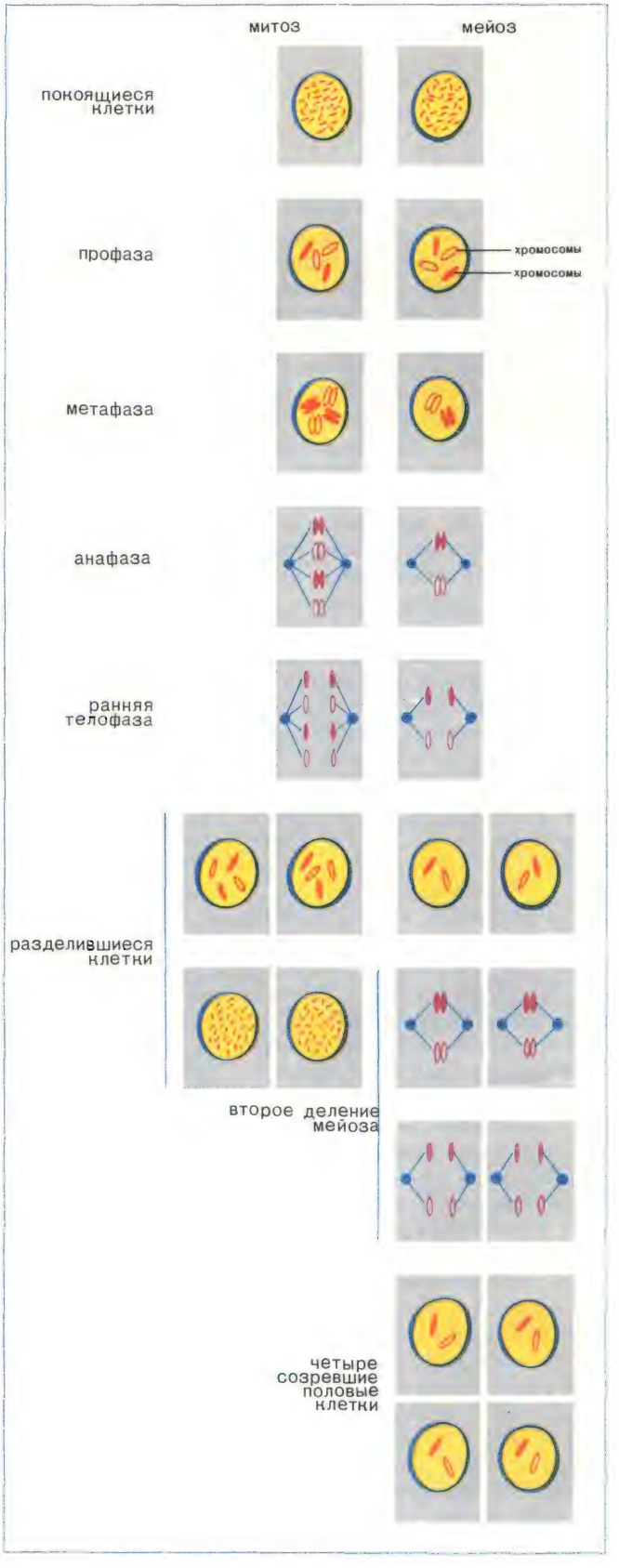
Продолжительность митоза в клетках разных организмов различна: иногда около часа, иногда короче. В яйцах плодовой мушки дрозофилы митоз завершается всего за 9 мин, у других организмов он продолжается дольше, но, пожалуй, очень редко длится дольше полутора часов. Самая длительная стадия — профаза.

Загадка оплодотворения

Мы уже знаем, что организм характеризуется своим, точно определенным числом хромосом в ядре каждой клетки. Значит, и сперматозоид и яйцеклетка одного вида содержат то же число хромосом? При оплодотворении ядра сперматозоида и яйцеклетки сольются, и, очевидно, первичное ядро зародыша будет содержать два одинаковых набора хромосом. Первичное ядро будет делиться несметное число раз, формируя зрелый организм. Каждое деление — митоз, как мы уже знаем, не внесет никакого изменения в число хромосом в клетках. На каком-то этапе развития организма в нем должны образоваться половые клетки. Если и в них сохранится удвоенный набор хромосом, то при следующем акте оплодотворения новое первичное ядро зародыша будет содержать уже не два, а целых четыре набора (два — от отца и два — от матери)?!

На самом деле ничего подобного никогда не наблюдается. Все организмы одного вида (и материнские и дочерние) всегда содержат в ядрах клеток

Схема митоза и мейоза (цвета условны).



одинаковый набор хромосом. Ясно, что в цепь наших рассуждений где-то вкралась ошибка. Но где? Этот вопрос в свое время пытались разрешить немало ученых.

В конце прошлого столетия было обнаружено, что еще до начала созревания половых клеток и у животных и у растений число хромосом в них уменьшается вдвое.

Оказывается, утверждение, что все клетки организма имеют одно и то же число хромосом, справедливо только до поры до времени. Когда организм созревает и начинает формировать половые клетки, включается механизм, уменьшающий ровно вдвое число хромосом в этих клетках. Уменьшение числа хромосом вдвое (или, как говорят цитологи, редукция хромосомного набора) достигается путем необычного деления клеток — *мейоза*. Вот как он происходит.

Перед началом мейоза вещество хромосом удваивается. Число их остается тем же, но каждая из хромосом теперь двойная. Здесь надо еще раз вспомнить, что в соматических (неполовых) клетках присутствует равное число отцовских и материнских хромосом, полученных при слиянии ядер сперматозоида и яйцеклетки. Причем все хромосомы образуют пары. В такой паре одна хромосома отцовская, другая — материнская. Членов пары называют еще *гомологичными* (соответствующими, подобными) *хромосомами*.

В митозе, как мы помним, каждая из хромосом делится пополам на сестринские хроматиды, которые затем становятся дочерними хромосомами. Мейоз же начинается с того, что парные хромосомы сближаются, сначала соприкасаются концами, затем начинают льнуть друг к другу и, наконец, тесно смыкаются. Число хромосом теперь уменьшилось вдвое. Но если присмотреться, видно, что каждая хромосома двойная. Если учесть, что еще раньше вещество их удвоилось (как и при митозе), получится, что каждая хромосома состоит из четырех нитей: нить первой хромосомы плюс ее копия и нить второй хромосомы со своей копией.

Затем толстая хромосома делится пополам. Но к полюсам расходятся не половинки хромосом, как в митозе, а целые хромосомы. Из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна. Таким образом число хромосом в этих клетках уменьшается вдвое, т. е. совершается *редукция числа хромосом*.

Но пока еще каждая хромосома состоит из двух хроматид, как в клетке перед митозом. Поэтому процесс деления на этом не обрывается. После короткой передышки следует митоз: каждая из дочерних кле-

ток делится еще раз. Теперь хромосомы разъединяются на половинки — хроматиды, которые расходятся к разным полюсам. В образовавшихся клетках уже половинное число хромосом.

Подведем итог. Сначала гомологичные хромосомы слились, и клетка поделилась на две. В каждой из них оказалось вдвое меньше хромосом, чем в материнской клетке. Из этих двух клеток затем возникли четыре гаметы уже с одинаковым набором хромосом. Теперь созревшие половые клетки могут принять участие в оплодотворении, и увеличения числа набора хромосом не произойдет. Природа об этом позаботилась.

Так, клетка, которая напомнила Гуку ячейку в пчелиных сотах, оказалась очень сложной, высокоорганизованной системой, способной к росту и размножению, развитию и дифференцировке, обмену веществ, раздражимости, нередко к движению и т. д. Но как бы ни были велики успехи науки, изучающей клетки живых организмов, число вопросов, которые требуют ответа, не только не уменьшается, а даже растет. Они неисчерпаемы.

Наследственность

Что такое наследственность? От чего она зависит, чем определяется? Почему дети похожи на своих родителей, братья на сестер? Почему каждый вид животного или растения на протяжении многих лет сохраняет свои особенности, а каждая порода сельскохозяйственных животных или сорт растений передает свои ценные особенности потомству? Наука, изучающая наследственность и изменчивость организмов, называется *генетикой*.

Первые шаги генетики

Первые попытки разрешить проблемы наследственности относятся к середине и отчасти к началу XIX в. Эти вопросы ставились в работах Ч. Дарвина и других натуралистов.

В середине XIX в. Дарвин, разрабатывая теорию естественного отбора, уделял большое внимание вопросам изменчивости и наследственности и использовал опыт животноводов и растениеводов, разрешая проблему происхождения животных и растений. К этому же времени относится и ряд других работ, посвященных изучению наследственности.

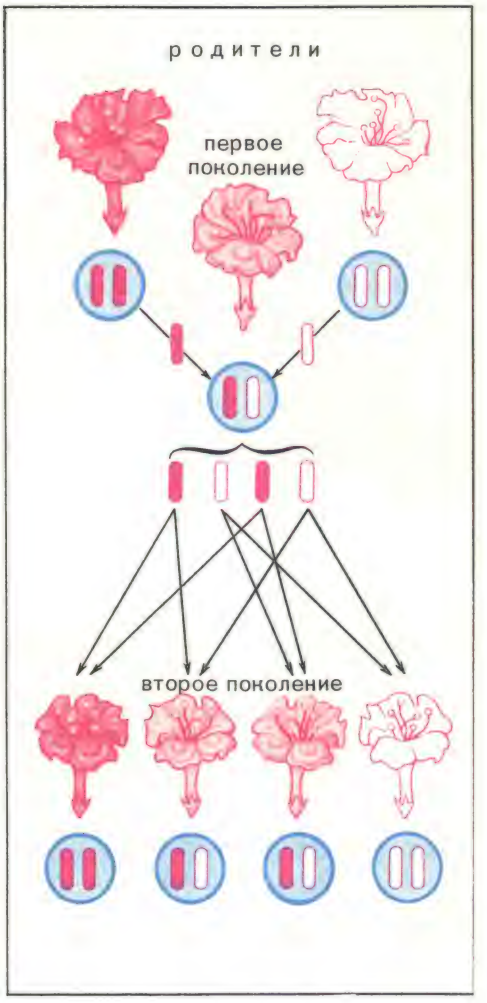
Уже тогда начали появляться сведения, что оба родителя в равной мере принимают участие в передаче наследственных особенностей детям, что при скрещивании различных форм в первом поколении получается однородное потомство, а в дальнейших поколениях происходит расщепление отдельных признаков. Но законы наследования еще не были открыты.

В конце XIX в. многие ученые-биологи обратили внимание на хромосомы, помещающиеся в ядре клетки (см. ст. «Клетка» и рис. 1). Казалось поразительным, что каждому виду животных или растений свойственно определенное число хромосом, что в процессе деления клетки хромосомы удваиваются и каждая дочерняя клетка получает опять полное число хромосом. Ученые пришли к заключению, что с хромосомами связана передача потомству наследственных признаков. Современная наука подтвердила их выводы.

Первые эксперименты, доказавшие существование индивидуальных наследственных факторов — *генов*, были проведены и опубликованы еще в 1865 г. выдающимся чешским ученым Грегором Иоганном Менделем (см. ст. «Грегор Иоганн Мендель»). Но широкому кругу ученых эти опыты стали известны только в начале XX в., после того как многие биологи повторили их на самых различных животных и растениях. Приведем для примера результат опыта, проведенного немецким ученым К. Корренсом с садовым растением ночная красавица (рис. 2). Он скрестил растение с красным цветом венчика цветка и растение, имеющее белый венчик. В первом поколении, полученном от этого скрещивания, все растения имели розовые цветки. Эти растения, в свою очередь, были скрещены между собой. Во втором поколении наблюдалась неожиданная на первый взгляд картина: здесь были растения с красными, розовыми и белыми цветками. Причем четвертая часть растений имела красные цветки, две четвертых — розовые и одна четвертая — белые.

Однако следует заметить, что в опытах с другими растениями получались не совсем такие результаты: в первом поколении наблюдались не промежу-

Рис. 1. Хромосомные наборы различных организмов: *1* — жабы; *2* — ящерицы; *3* — лютика; *4* — рачка паралитодез камчатика; *5* — человека; *6* — одного из прямокрылых насекомых; *7* — растения из семейства сложноцветных.



точные по данному признаку особи, а полностью похожие на одного из родителей. Так, как это еще показал Мендель, при скрещивании гороха с желтыми и зелеными семенами в первом поколении получались растения только с желтыми семенами, а во втором поколении было три четверти желтых семян и одна четверть зеленых. В этом случае можно сказать, что желтая окраска семян полностью преобладает (доминирует) над зеленой (рецессивной, т. е. уступающей) окраской. Закономерный характер расщепления признаков в потомстве (3 : 1, 1 : 2 : 1 и др.) впервые был открыт Менделем.

Приняв за основу хромосомную теорию наследственности, т. е. учение о том, что наследственные признаки определяются хромосомами, можно без труда объяснить этот закон. На рисунке 2 показано, что красная окраска венчика зависит от парных хромосом одного растения (окрашены для наглядности в красный цвет), а белая — от такой же пары хромосом другого растения (на схеме они белого цвета). При образовании половых клеток (гамет) число хромосом уменьшается вдвое и каждая зрелая половая клетка получает от каждой пары одну хромосому. После оплодотворения набор хромосом снова становится парным. На этой же схеме с хромосомами показано, что особи первого поколения (розовые) образуют два типа гамет: одни — с хромосомой, несущей ген красного цвета, другие — с геном белого цвета. Далее при скрещивании между собой особей первого поколения возможны в равной степени различные сочетания этих гамет. В итоге получается, что во втором поколении на одну красную особь приходится две розовые и одна белая. Произошло расщепление признаков.

При постановке подобных опытов необходимо во втором поколении получать возможно большее потомство, так как половые клетки, образуемые особями первого поколения, различны (красные и белые), и чем больше произойдет оплодотворений между этими клетками, тем более близкое совпадение будет между теоретически рассчитанным (ожидаемым) и действительно полученным в эксперименте соотношением признаков у потомков.

Мы разобрали пример скрещивания у растений, отличающихся одной парой признаков (красный и белый цвет венчика). Но ученые проводили опыты с

Рис. 2. Наследование окраски венчиков у растения ночная красавица и схема распределения хромосом при наследовании окраски венчиков (объяснение в тексте).

растениями и животными, в которых скрещиваемые организмы отличались двумя парами или большим числом признаков. Эти опыты показали, что каждая пара признаков (красный — белый, высокий — низкий) наследуется независимо одна от другой. Впоследствии, как мы увидим ниже, обнаружилось, что такой результат получается лишь в том случае, если различные пары признаков зависят от генов, расположенных в разных парах хромосом.

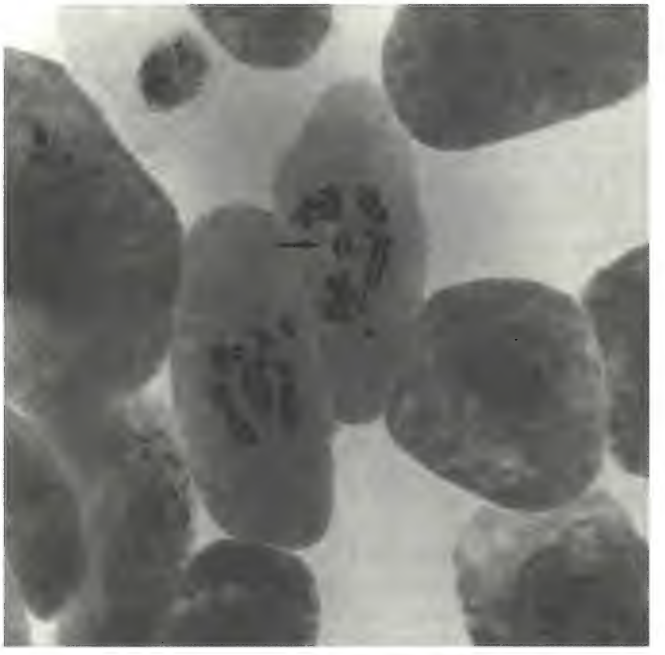
Мутации. Гены

Развитие генетических исследований привело к ряду важнейших открытий, доказавших правильность хромосомной теории. Эти исследования особенно интенсивно начали проводиться с 20-х годов XX в. В эти же годы начала бурно развиваться генетика в СССР. На разных объектах, и прежде всего на плодовой мушке дрозофиле, изучался процесс возникновения *мутаций*, т. е. наследственных изменений организмов. *Мутантными* в генетике называют такие изменения признаков (окраски венчика, формы крыльев и т. д.), которые затем передаются по наследству. До этого времени считалось, что мутации случаются сравнительно редко; причины их возникновения оставались неясными. Ученые стали искусственно вызывать мутации при помощи внешних воздействий на организм. Для этого использовались рентгеновые и ультрафиолетовые лучи и другие виды лучистой энергии. Так зародилась новая ветвь биологии — *радиационная генетика*. Воздействовали на организм и различными химическими веществами и т. п. В результате этих исследований было выяснено, что мутации связаны с различными изменениями в наследственном веществе, находящемся в хромосомах. Назовем важнейшие из них:

1. Мутации могут заключаться в кратном *изменении числа хромосом*. Это явление получило название *полиплоидии*. Другие, некратные изменения числа хромосом называются *анеуплоидией* (обычное парное число хромосом в генетике называют *диплоидным*). Явление полиплоидии широко используют в селекции, так, например, для пшеницы-однозернянки характерно 14 хромосом, а у твердых пшениц их 28, у мягких — 42.

2. *Структурные мутации хромосом* связаны с изменением структуры отдельных хромосом. Например, от какой-нибудь хромосомы отделяется ее часть и прикрепляется к другой хромосоме, часть хромосомы теряется, внутренний район хромосомы поворачивается на 180° и т. д. (рис. 3).

Рис. 3. Радиация, влияя на хромосомы, вызывает в них различные преобразования (мутации). Интересный тип таких изменений — кольцевая хромосома (показана стрелкой). Фотография получена с помощью светового микроскопа при большом увеличении.



3. Наиболее важный класс мутаций — это *мутации генов*. В этом случае никаких видимых изменений ни в числе хромосом, ни в их строении не наблюдается, а изменяется молекулярная структура гена.

Мутации возникают в половых клетках. Когда же внешние (химические и физические) или внутриклеточные факторы вызовут изменения в хромосомах клеток тела организмов — соматических клетках, то из таких пораженных клеток разовьются измененные ткани или органы. Такие мутации называются *соматическими* (от греческого слова «сома» — тело).

Выдающийся советский генетик Н. И. Вавилов установил, что у родственных видов растений часто возникают сходные мутационные изменения, например, в таких признаках, как окраска колоса и остистость у злаков. Открытие Н. И. Вавилова получило название закона гомологических рядов. Эта закономерность объясняется сходным составом генов в хромосомах родственных видов. На основании закона гомологических рядов можно предвидеть появление тех или иных полезных изменений у культурных растений (см. ст. «Николай Иванович Вавилов»).

Ученые Т. Х. Морган и другие доказали не только то, что наследственные факторы — гены размещаются (локализуются) в хромосомах, но и то, что они расположены внутри хромосомы линейно. Было

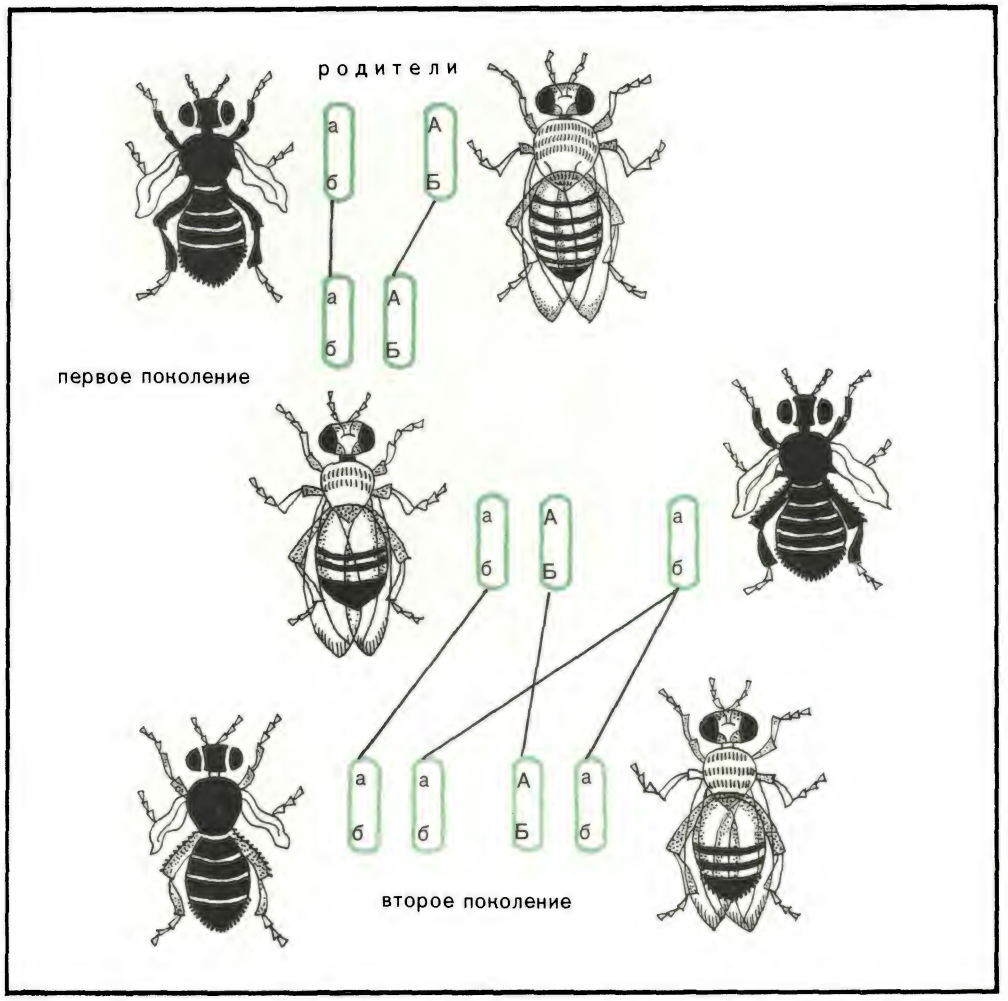


Рис. 4. Сцепление наследования двух генов (черный цвет тела — *а*, укороченные крылья — *б*), расположенных в одной и той же хромосоме, у мухи дрозофилы. В первом поколении доминируют нормальный цвет тела (*А*) и нормальные крылья (*Б*). После скрещивания самца 1-го поколения с черной короткокрылой дрозофилой (на схеме она показана справа) получается во 2-м поколении равное число как черных короткокрылых, так и нормальных дрозофил. Это значит, что гены (*а*, *б*), локализованные в одной и той же хромосоме, передаются сцепленно. (На схеме дрозофилы сильно увеличены.)

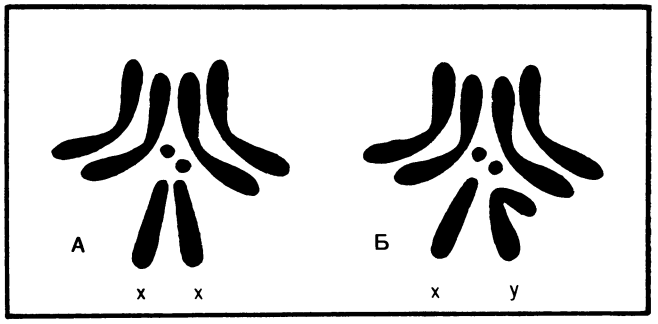
установлено, что гены, расположенные в одной и той же хромосоме, сцеплены между собой (рис. 4). Они могут разъединяться во время созревания половых клеток путем обмена гомологичными участками в паре хромосом.

Путем сложных и тонких экспериментов удалось для некоторых животных и растений (мухи дрозофилы, кур, кукурузы, многих бактерий и фагов) установить порядок расположения генов в хромосомах и составить их генетические карты.

В 30-х годах был открыт новый метод исследования строения хромосом. Дело в том, что у некоторых насекомых в клетках слюнных желёз (например, в слюнных железах личинок дрозофилы) были обнаружены «гигантские хромосомы», каждая в виде пучка вытянутых хромосом. Они появляются, потому что при росте клеток слюнных желёз хромосомы удваиваются (так же как они удваиваются при обычном делении клеток), но ядро и клетка при этом не делятся. В световой микроскоп хорошо видны малейшие изменения в этих хромосомах при тех или иных структурных мутациях.

Интересной иллюстрацией роли хромосом в наследственности может служить наследование пола, т. е. рождение у животных и человека особей мужского или женского пола. Оказалось, что одна пара хромосом не одинакова у особей мужского и женского пола. Рисунок 5 изображает хромосомные комплексы самки и самца мухи дрозофилы. У самки одна из пар хромосом представлена двумя одинаковыми хромосомами, обозначенными на рисунке XX, а у самца соответствующая пара хромосом обозначена XY. У самца одна хромосома (X) такая же, как у самки, а другая (Y) особая, отличающаяся

Рис. 5. Хромосомы дрозофилы: самки (*А*) и самца (*Б*). У самки хромосомы одинаковые (XX), у самца — разные (XY).



даже по форме. Вспомните, что при образовании половых клеток парные хромосомы расходятся. Отсюда следует, что у самок все яйцевые клетки будут иметь одну X-хромосому, а у самца сперматозоиды будут иметь одну X-хромосому или одну Y-хромосому (в половине случаев). Если яйцо оплодотворено X-хромосомой, то получится самка, а если Y-хромосомой — самец. В X-хромосомах расположены гены, которых нет в Y-хромосомах. Если в этих генах произойдет мутация, то измененные свойства или признаки будут наследоваться зависимо от пола. Так наследуются некоторые болезни человека, например гемофилия (нарушение свертываемости крови), дальтонизм (неразличение некоторых цветов спектра) и др.

Молекулярная генетика проникает в тайны наследственности

К началу второй мировой войны огромное число исследований доказало правильность хромосомной теории наследственности. Было ясно, что именно хромосомы, а не какие-либо другие части клетки регулируют передачу потомству наследственных качеств. Но оставалось выяснить самое главное — *химическую структуру хромосом*. Какие вещества, входящие в состав хромосом, определяют наследственность и как это происходит? Исследование этих вопросов сопровождалось дальнейшим развитием генетики, ее новыми большими успехами.

Провозвестником появления новой, *молекулярной генетики* был Н. К. Кольцов, который в 1928 г. высказал предположение, что хромосомы — это гигантские молекулы. Однако раскрыть тайны молекулярных основ наследственности в то время еще не было возможности. Постепенно методы исследований совершенствовались, применялись новые — использование различных форм лучистой энергии, меченых атомов, фотографирование в ультрафиолетовом свете и др.

Особое внимание исследователей было обращено на строение ядра и хромосом. Было выяснено, что и в цитоплазме и в ядре в том или ином количестве всегда находятся так называемые *нуклеиновые кислоты*. Среди них различают *дезоксирибонуклеиновую кислоту*, кратко ДНК, и *рибонуклеиновые кислоты* — РНК. ДНК встречается преимущественно в хромосомах ядра клетки, а РНК — как в ядре, так и в цитоплазме.

Исследования показали, что хромосомы состоят из белка и молекул ДНК. Молекулы ДНК в хромосомах — это довольно крупные полимерные молекулы, состоящие из двух полинуклеотидных нитей, спирально обвивающих друг друга (рис. 6). Каждая нить состоит из отдельных звеньев — *нуклеотидов*. Замечательная особенность молекул ДНК — их способность к самовоспроизведению (ауторепродукции). Это свойство основано на том, что две полинуклеотидные нити, связанные в молекуле ДНК водородными связями, отходят друг от друга и каждая из них становится матрицей для будущей новой молекулы. Благодаря притоку нуклеотидов из цитоплазмы каждая матрица строит дополнительную полинуклеотидную цепь и превращается в двуспиральную молекулу ДНК, полностью повторяющую химическое строение исходной материнской молекулы.

Множество опытов показало, что в молекулах ДНК записана особым химическим языком — *генетическим кодом* наследственная информация. Этот код составлен из различных комбинаций четырех азотистых оснований, входящих в состав ДНК,— аденина, тимина, цитозина и гуанина.

Основой жизни животного или растения и их клеток являются белки — сложнейшие органические соединения, состоящие из большего или меньшего количества аминокислот. В организме животного и растения много всевозможных белков, которые выполняют различные функции. Так, например, в мышечных волокнах содержится белок миозин, в эритроцитах — гемоглобин, в поджелудочной железе — инсулин и т. п. В процессах обмена веществ огромное значение имеют также разнообразные белки — ферменты (см. ст. «Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах»). Синтез, т. е. образование, белков происходит в цитоплазме клетки, а специфические особенности белков определяются *генетической информацией*, заключающейся в ДНК хромосом. Синтез белков в цитоплазме происходит под контролем ДНК. В процессе синтеза белков принимают участие также молекулы трех различных видов рибонуклеиновых кислот.

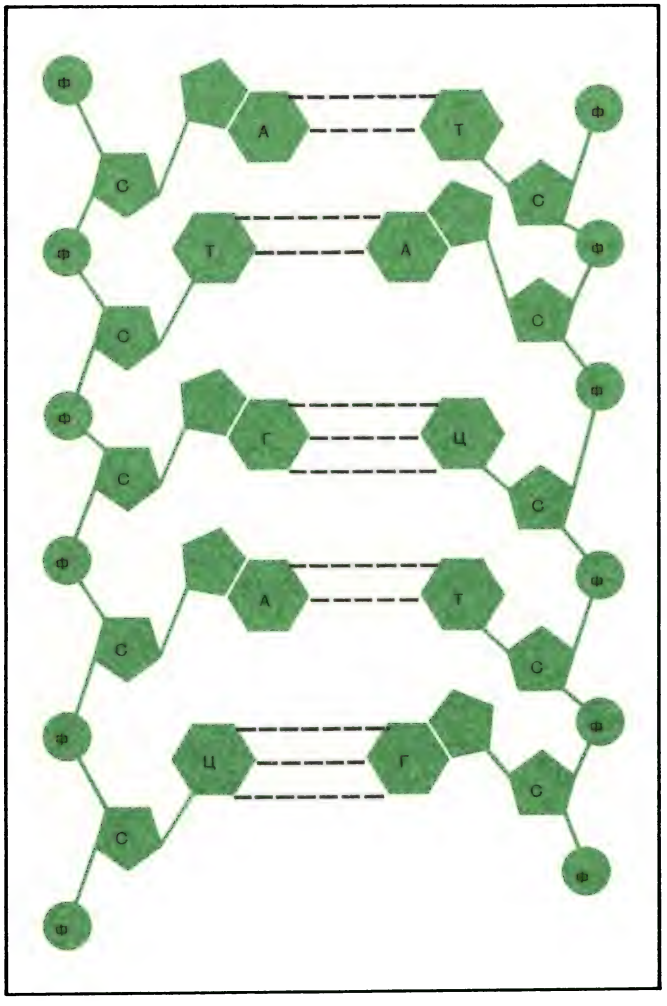


Рис. 6. Схема строения молекулы ДНК. Она состоит из двух нитей, каждая из которых содержит остатки фосфорной кислоты (Ф), сахара (С) и четыре азотистых основания: аденин (А), тимин (Т), цитозин (Ц), гуанин (Г).

Молекулы РНК отличаются от молекул ДНК: они меньше и состоят из меньшего количества звеньев — нуклеотидов. В составе молекулы ДНК содержатся остатки сахара дезоксирибозы, а молекулы РНК — остатки другого сахара — рибозы. Отсюда и название этих кислот. Кроме того, в РНК нет тимина, он полностью заменен другим, похожим на тимин азотистым основанием — урацилом.

В процессе синтеза белков одна из рибонуклеиновых кислот — транспортная РНК — соединяется с активированными аминокислотами. Для активации используется энергия, которую вырабатывают в цитоплазме митохондрии (особые клеточные органеллы).

Другая РНК, которую называют информационной, передает от молекул ДНК, находящихся в хромосомах, генетическую информацию о составе белка в рибосомы цитоплазмы, на которых и завершается синтез белка. Третья РНК — рибосомная — входит в состав рибосом. Процесс синтеза белков показывает теснейшую взаимосвязь между биохимическими процессами, происходящими в цитоплазме и в ядре.

В мире микроорганизмов. Еще о генах

Много важных открытий было сделано исследователями, работающими с микроорганизмами: вирусами, бактериями, низшими грибами.

Один из фагов (см. ст. «Микробы») имеет тело грушевидной формы, заканчивающееся небольшим «хвостом». Стенки тела и хвостовой отросток состоят из белка. Внутри тела помещается молекула ДНК. Когда фаг нападает на бактерию, он растворяет с помощью ферментов, находящихся в «хвосте», оболочку бактерии и «впрыскивает» внутрь бактерии молекулу ДНК, причем белки, составляющие тело фага, остаются снаружи на оболочке бактерии.

Попавшая внутрь бактерии молекула ДНК фага путем ауторепродукции размножается, и в результате повторной ауторепродукции в теле бактерии образуются несколько сотен дочерних молекул. Эти молекулы начинают синтезировать белки фагов. Белки соединяются с дочерними молекулами ДНК. Тело бактерии разрушается, а молодые фаги готовы для нападения на другие бактерии.

Открытие размножения фага имеет двоякое значение: 1) блестяще подтверждает роль ДНК в передаче наследственной информации; 2) подчеркивает единство основных жизненных процессов, и прежде всего синтеза специфических белков, который теперь показан для всех ступеней органической жизни — от вирусов до человека включительно.

Было выяснено, что у бактерий и фагов в состав хромосом входят только молекулы ДНК. Такие организмы называются протокариотами. Хромосомы высших форм (эукариотов) содержат и ДНК и белки. Загадка индивидуального развития состоит в том, что полноценная генетическая программа имеется как в оплодотворенном яйце, так и во всех соматических клетках взрослой особи. Это показывает, что дифференцировка при развитии обусловлена тем, что разные гены и их системы активизируются в разное время. Сейчас открыты особые гены-регуляторы, которые управляют активностью структурных генов, обеспечивающих синтез белков. Они сами входят в состав особых систем (оперонов). У эука-

риотов регулировка генов частично связана с влиянием белков-гистонов, входящих в состав хромосом.

Еще несколько слов о генах. Ученые выяснили материальную природу генов. Оказалось, что гены представляют собой участки в длинной молекуле ДНК, причем в одной молекуле могут заключаться тысячи таких генов. Каждый из генов определяет тот или иной вид наследственной информации, заключающийся в молекуле ДНК. Так, есть гены, вызывающие карликовость у человека; гены, от которых зависит устойчивость или неустойчивость к антибиотикам у бактерий; гены, повышающие или понижающие количество аминокислот, и т. п.

Сегодня ученые, работающие в области молекулярной генетики, располагают громадным числом новых методов, сложным лабораторным оборудованием для химических и физических анализов. Они достигли блестящих результатов. В 1968—1969 гг. химическим путем впервые был синтезирован один из генов дрожжевой клетки. Этот пример показывает, какие широкие горизонты открывает в науке применение методов современной молекулярной генетики. В 1971—1972 гг. установлено, что гены могут синтезироваться только с помощью особого фермента, названного *обратной транскриптизой*.

Молекулярная генетика помогает решать и чисто практические задачи. Так, генетическая селекция микроорганизмов имеет очень большое значение для производства антибиотиков, витаминов, аминокислот, белков и других веществ. На использовании радиационных и химических мутантов микробов, которые в сотни и тысячи раз продуктивнее исходных диких форм микробов, основывается новый вид биологической промышленности. Качественно новые перспективы для сельского хозяйства и медицины открывает *генетическая инженерия*, которая использует синтез генов и введение их в организмы, а также управление законами мутаций.

Важнейшую роль в наши дни играет связь генетики с селекцией и эволюционной теорией Ч. Дарвина. Советские ученые-селекционеры И. В. Мичурин, Г. Д. Карпеченко, Н. В. Цицин разработали теорию отдаленной гибридизации растений и осуществили замечательные эксперименты в этой области. В 1926 г. советский ученый С. С. Четвериков обосновал современное учение о *генетике популяций* (групп особей). Так было положено начало новой области биологической науки, в которой слились генетика и эволюционное учение.

Популяционная генетика изучает действие основных факторов эволюции — наследственности, изменчивости и отбора — в конкретных условиях внешней среды, в популяциях. Большое значение генетика популяций приобрела для изучения человека. Она изучает распространение среди людей наследственных болезней, разнообразия групп крови и других наследственных особенностей.

Развивается космическая генетика, исследующая влияние факторов космического полета (космических лучей, невесомости и др.) на наследственность организмов, медицинская генетика, генетика человека. Изучается роль генов в процессах индивидуального развития особи, влияние изменений во внешней среде на наследственность у человека и других организмов. Есть и другие важнейшие направления в генетике.

Как вызывают мутации

В 1899 г. два ученых — русский С. И. Коржинский и голландец Гуго де Фриз описали явление наследственной изменчивости в естественных, природных условиях. У различных видов среди подавляющей массы нормальных организмов они обнаружили отдельные особи, резко отличавшиеся по своим внешним признакам. Эти формы де Фриз назвал *мутациями* или *мутантами*.

Характерной особенностью мутантов было то, что они передавали потомкам свои измененные признаки. Иначе говоря, природа изменчивости была наследственной.

В короткий срок это явление было открыто у многих растений и животных. Стало ясно, что мутанты возникают у всех видов живых существ. Причем в среднем один мутант возникает среди 100 тыс. или 1 млн. особей.

Естественно, что исследователей заинтересовал вопрос о природе мутаций и причинах их возникновения. Мутации — это изменения наследственных свойств организмов, значит, их природа связана с какими-то нарушениями в составе и строении хромосом, несущих наследственную, или генетическую, информацию (см. ст. «Наследственность»). Но что

Разительны отличия нормальных организмов от полиплоидных. *Слева* изображено обычное растение энотеры, *справа* — гигантская энотера, обнаруженная Гуго де Фризом в конце 90-х годов прошлого века. Де Фриз не знал, чему обязан этот экземпляр энотеры своим большим ростом, множеством стеблей, крупными цветками. Лишь через 30 лет генетики нашли, что это связано с увеличением набора хромосом в клетках гигантской энотеры. Рисунок гигантской энотеры был сделан самим де Фризом.

именно меняется в хромосомах при возникновении мутаций, узнать долгое время не удавалось. Более того, на протяжении почти четверти века ученые-генетики не могли вызвать мутации искусственно и находили мутантов только в природе.

Но вот в 1925 г. советскому ученому академику Г. А. Надсону и его ученику Г. С. Филиппову удалось облучением искусственно вызвать мутации у микроскопических грибов. Авторы впервые описали «индуцированный мутагенез» у дрожжей под действием рентгеновых лучей. Через два года в США Г. Мёллер показал мутагенное действие рентгеновых лучей на дрозофилу — небольшое насекомое, которое часто используют генетики в своих экспериментах. Так был открыт *радиационный мутагенез*, т. е. искусственное вызывание мутаций воздействием на живые организмы различного рода излучений. Сейчас известно, что практически все виды лучистой энергии способны изменять наследственность всех без исключения живых организмов — от вирусов до человека.

Долгое время не удавалось вызвать мутации с помощью химических воздействий. Т. Х. Морган в США, Н. К. Кольцов в СССР и многие другие ставили такие опыты сами и поручали их своим ученикам, но безрезультатно.

В 1928 г. в той же лаборатории Г. А. Надсона, где впервые было установлено мутагенное действие излучения, открыли и *химический мутагенез*. М. Н. Мейсель доказал, что пары хлороформа вызывают мутации у дрожжей. В 1932 г. В. В. Сахаров провел эксперимент, в котором с помощью раствора иода сумел вызвать мутации у личинок дрозофилы. У особей мух, развившихся из этих личинок, частота мутаций оказалась в несколько раз выше, чем у контрольных насекомых. Через некоторое время еще в нескольких советских лабораториях (С. М. Гершензоном, М. В. Лобашовым, И. А. Рапопортом) и в Англии (Ш. Ауэрбах) было доказано мутагенное действие ряда химических веществ. После второй мировой войны химический мутагенез стали изучать очень широко. Но наиболее значительных результатов ученые достигли после того, как была установлена структура вещества наследственности — дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

Это открытие позволило целенаправленно искать все новые и новые вещества, изменяющие наследственность. Теперь известно, что многие вещества, способные реагировать с составными частями ДНК (отрывать от них отдельные атомы или группы их или, напротив, передавать им свои части), могут изменять наследственную запись — генетический код. Сегодня открыто много различных химических *мутагенов*, т. е. веществ, вызывающих изменения в наследственности: гидроксиламин, гидразины, азотистая кислота, различные акридиновые красители, аналоги азотистых оснований, уретаны, многие ядовитые и отравляющие вещества (например, азотистый и серный иприт), а также изменения в кислотности среды.

Мутации можно вызвать в клетках покоящихся и делящихся. Есть мутагены, которые проявляют свою активность независимо от того, делится клетка или нет. Есть и такие вещества, которые могут изменять генетический код только в момент деления клеток, когда происходит удвоение молекул ДНК.

Изучение химии взаимодействия мутагенов с ДНК выявило важное правило. Оказалось, что большинство мутагенов взаимодействуют со строго определенными составными частями ДНК. ДНК со-

ставлена из двух сахаро-фосфатных цепей, к которым присоединены по их длине азотистые основания четырех типов — аденин, тимин, гуанин и цитозин. Оказалось, что некоторые мутагены взаимодействуют только с цитозином, а другие — только с аденином. Это позволяет использовать в некоторых случаях вполне определенные вещества, чтобы изменять те или иные части ДНК.

Исследования последних лет позволили обнаружить еще одну важную закономерность. Во время жизни клеток ее генетическая информация постоянно участвует в управлении химическими процессами внутри клеток, ведь именно в ДНК записана программа синтеза белков в клетках. Когда эта наследственная программа «переписывается» особыми ферментами с молекул ДНК на другие молекулы, могут случаться «ошибки», которые влекут за собой изменения наследственных свойств организма. Мутации появляются также в момент размножения молекул или во время обмена генетической информацией между хромосомами.

Итак, не только за счет искусственных и часто необычных воздействий на организм ядами или излучением происходят изменения в наследственности живых организмов на Земле. И в обычных условиях, при нормально протекающих в организмах ферментативных процессах, накапливаются ошибки в ДНК, в результате чего происходят мутации. Но это случается, конечно, реже, чем при воздействии сильно повреждающими агентами.

Изучение мутационного процесса стало важной отраслью современной генетики. Сейчас, как правило, мутагенные вещества испытывают сначала на микроорганизмах. Это и дешевле и проще. Лишь затем проверяют их на высших организмах. С помощью мутагенных веществ ученые получают нужные им организмы, которые затем используются в селекционной работе. Практически все микробы, которые дают нам антибиотики, аминокислоты, некоторые витамины и другие биологически активные вещества, получены с помощью мутагенной обработки.

Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах

На протяжении жизни любого из организмов, населяющих нашу планету, в его органах и тканях осуществляется бесконечно сложная цепь разнообразных химических превращений. Ни один организм не может существовать без тесного взаимодействия с окружающей его внешней средой, из которой он получает необходимые питательные вещества. Организм перерабатывает эти вещества и выделяет те, которые ему не нужны. Не остаются постоянными и вещества, входящие в состав тела растения, животного или микроорганизма. В каждой его клетке непрестанно происходит сложный комплекс химических процессов — *обмен веществ*. Питательные вещества, воспринимаемые организмом из внешней среды, подвергаются процессам распада (диссимиляции) и в результате сложных изменений, протекающих внутри клеток, превращаются в вещества организма, необходимые для жизнедеятельности (процессы ассимиляции). Одновременно в организме непрерывно осуществляются процессы разложения (диссимиляции) веществ, входящих в состав его клеток.

Каждый многоклеточный организм начинает свою жизнь с одной зародышевой клетки. После многократных делений клеток формируется взрослая особь, содержащая миллиарды их. Естественно, что эти миллиарды клеток создаются в результате непрерывно идущих в живых клетках процессов синтеза новых молекул, их соединения во внутриклеточные структуры и обеспечения работы этих структур. На протяжении жизни клеток происходит распад части этих структур и замена их новыми.

Процессы синтеза и распада протекают не хаотически, а в определенной, строго отрегулированной последовательности: распад каждой составной части клетки сопровождается формированием новой частицы, выполняющей ту же роль, ту же функцию. Поэтому каждый организм в течение жизни сохраняет присущие ему формы, химический состав и свойства.

Эти сложные превращения, протекающие в тканях живого организма, и лежат в основе процессов его жизнедеятельности, таких, как питание, рост, развитие, размножение, движение, поглощение и выделение веществ, дыхание и брожение. Сущность этих процессов изучает наука, которая называется *биологической химией* или, сокращенно, *биохимией*.

В живом организме биохимические процессы протекают исключительно быстро, во много раз быстрее, чем те же превращения совершаются вне жи-

вой среды, в лабораторной пробирке или стакане. Например, при дыхании в тканях растений происходит интенсивное разложение сахара, заканчивающееся образованием углекислого газа и воды. Этот процесс происходит в каждой клетке растения и не прекращается даже при относительно низкой температуре. Вместе с тем хорошо известно, как сильно нужно нагреть тот же сахар, чтобы заставить его сгореть вне организма с образованием тех же конечных продуктов реакции.

Дело в том, что превращениям веществ в живом организме способствуют особые белковые вещества — *ферменты*, вырабатываемые в клетке. Эти вещества обладают замечательным свойством: они увеличивают скорость определенных биохимических реакций в десятки миллионов раз. Без ферментов эти реакции шли бы настолько медленно, что не могли бы обеспечить интенсивное течение процессов жизнедеятельности организма.

Жизнь организма изменяется коренным образом, если деятельность ферментов, находящихся в его клетках, затруднена по той или иной причине. Например, процесс дыхания в сухих семенах идет очень слабо, так как для активной деятельности ферментов здесь не хватает воды. В тех же семенах уже через несколько часов после их увлажнения активность ферментов и, следовательно, дыхание усиливаются в сотни и тысячи раз.

Как уже говорилось, в процессе дыхания растений сахар или другие сложные органические вещества распадаются на воду и углекислый газ. Эти процессы очень сложные, и состоят они из большого числа отдельных реакций, происходящих при участии многих различных ферментов. Сложное органическое вещество распадается на более простые органические и неорганические соединения, используемые клетками организма для его жизнедеятельности. Зачем же нужен этот процесс? Биохимики показали, что для нормального роста и развития организмов требуется большое количество энергии. Вот эта-то энергия и выделяется в процессе дыхания. Число промежуточных реакций в дыхательном процессе может быть различным, однако очень важно, что оно всегда достаточно велико. Это позволяет клетке «управлять» скоростью реакций окисления и лучше использовать выделяющуюся энергию.

Когда мы сжигаем сахар, заключенная в нем энергия выделяется в виде теплоты и рассеивается. Если бы вся энергия, заключенная в дыхательном материале, выделилась сразу, в живой клетке произошел бы своего рода «взрыв», который неминуемо вызвал бы гибель клетки. Или, во всяком случае, клетки не смогли бы сколько-нибудь эффективно использовать такое большое количество энергии, выделившейся одновременно. Большая часть ее была бы безвозвратно потеряна. В организме же идет постепенный, строго регулируемый процесс. На каждом участке сложной цепи химических реакций выделяется лишь небольшое количество энергии, которую клетка тотчас же запасает, чаще всего в виде особых соединений, содержащих фосфорную кислоту (например, аденозинтрифосфорная кислота — АТФ).

Эти вещества представляют собой своеобразное «горючее», которое клетка затем расходует, производя различные виды «работы». Например, энергия этого горючего используется при поглощении воды и минеральных веществ корневыми системами растений, при всевозможных реакциях образования (синтеза) сложных органических веществ и т. д.

Большое значение для жизнедеятельности организма имеют разнообразные промежуточные продукты, которые образуются в процессе дыхания. Многие из них при помощи соответствующих ферментов становятся участниками различных биохимических реакций, в ходе которых клетка строит свою цитоплазму, заменяет отработанные части, создает материалы для построения новых клеток и органов.

За счет какой же энергии образуются сложные органические вещества в живых клетках? Биохимия ответит вам и на этот вопрос. Универсальный, основной источник энергии, за счет которой осуществляется жизнь,— это Солнце. Посредником между Солнцем и жизнью всего населения Земли служат зеленые растения. В зеленом листе совершается процесс, связывающий, по словам К. А. Тимирязева, существование всего органического мира с Солнцем,— *фотосинтез* (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»).

Ученые стремятся глубоко проникнуть в тайны фотосинтеза, для того чтобы научиться воспроизводить процессы образования органического вещества из неорганических искусственно, в лаборатории, без участия зеленого растения. Нет сомнений, что эта очень сложная задача будет в конце концов разрешена.

Итак, свойства растения, его способность усваивать питательные вещества, используя солнечную энергию, и накапливать различные вещества в тканях теснейшим образом связаны с деятельностью ферментов. Поэтому повышение продуктивности, подъем урожайности растения во многом зависят от совершенствования его ферментной системы. Ученые установили, что количество углеводов в запасных органах растений — корнеплодах, луковицах,

клубнях — зависит от свойств ферментов, управляющих превращениями сахаров. Чем выше способность ферментов в картофеле ускорять превращение простых сахаров в крахмал, тем больше накопится его в клубне.

Плоды современных культурных сортов столового арбуза содержат 8—10% сахара, а плоды дикого предка арбуза — лишь 1%. Свекла, перерабатываемая на сахарных заводах, имеет сахаристость 18—22%, тогда как ее прародитель содержит в корнях только 3—4% сахара. Исследования показали, что это результат вполне определенных изменений в обмене веществ у дикорастущих растений, от которых произошли современные культурные формы. Изучив эти процессы, ученые могут изменять свойства растений. Советским ученым, например, удалось создать сорта подсолнечника, содержащие свыше 50% масла, сорта табака, устойчивые к заражению вирусом табачной мозаики и корневой гнили, сорта пшеницы, которые не поражаются ржавчиной и другими болезнями.

Известно, что, наряду с белками, жирами и углеводами, в пищу любых живых организмов должны входить витамины (см. ст. «Витамины»). Главный источник витаминов в пище человека и животных — растения, и в первую очередь разнообразные овощи и плоды. Поэтому так важно создать сорта плодов и овощей, наиболее богатые витаминами, найти в растительном мире новые источники витаминов. Важно также разработать такие способы хранения плодов и овощей, при которых содержащиеся в их тканях витамины сохранялись бы в течение длительного времени.

Многое сделала в этом направлении советская биохимия. Исследования, посвященные выяснению биологической роли витамина С, позволили обнаружить большую витаминную ценность высокогорных растений. Было установлено, что очень богаты этим витамином плоды шиповника. Возникла специальная отрасль пищевой промышленности, перерабатывающая эти плоды.

Исключительно велика роль биохимии в развитии других отраслей пищевой промышленности, перерабатывающих растительное сырье. Яркие примеры тому — чайное и табачное производство. Из зеленого листа табака или чая получаются продукты с новыми свойствами, которых не было у исходного сырья. В результате биохимических реакций вещества листьев этих растений превращаются в другие вещества, нужные человеку. Управляя этими реакциями, можно улучшить свойства вырабатываемых продуктов, например цвет, аромат и все вкусовые качества чая.

Виноделие и пивоварение известны человеку уже в течение многих тысячелетий. Но лишь недавно стало известно, какую роль здесь играют ферменты. В основе процессов старения вина, в результате которых напиток приобретает особый вкус, цвет и аромат, лежат главным образом окислительные превращения дубильных веществ. Окислительные ферменты в ягодах винограда малоактивны, поэтому старение вина протекает медленно, несколько лет. Путем прибавления препаратов некоторых ферментов удается значительно ускорить этот процесс (до нескольких месяцев) и одновременно повысить качество вина.

Многообразна роль биохимии в области медицины. Болезненные нарушения в организме всегда или вызываются, или сопровождаются значительными изменениями в обмене веществ и сказываются на составе и свойствах крови, желчи и других секретов организма. Биохимическое исследование свойств крови позволяет получить представление о ходе биохимических процессов в органах и тканях, помогает установить диагноз, правильно подобрать вид и дозу лекарственных препаратов. Были проведены многочисленные биохимические исследования гормонов, вырабатываемых железами внутренней секреции. Подробно изучены гормоны надпочечников, щитовидной железы, разработаны методы получения их препаратов, а также искусственного синтеза некоторых из них, разработаны и пути использования в медицине этих физиологически активных веществ. Гормон поджелудочной железы инсулин, являющийся наиболее эффективным средством лечения тяжелого заболевания — сахарной болезни (диабета), не только детально изучен, но и синтезирован.

Большое значение в медицине приобрели антибиотики — вещества, вырабатываемые в процессе жизнедеятельности определенными видами микроорганизмов. Эти вещества, выделенные из микроскопических грибов и бактерий или полученные синтетически, принадлежат к числу наиболее могучих и эффективных средств борьбы с заразными (инфекционными) заболеваниями, вызываемыми вирусами и болезнетворными бактериями (см. статьи «Микробы» и «Вирусы»). Биохимики и врачи ищут новые, еще более активные физиологические вещества. Данные биохимии, знание процессов обмена веществ и управление ими не только помогают распознавать природу заболеваний и лечить их, но и открывают пути к созданию надежных мер по предупреждению болезней.

Наиболее важная составная часть цитоплазмы, основа ее химической структуры — белки. Белки участвуют в построении молекул всех содержащих-

ся в клетке ферментов. Многие ферменты — чистые белки, в других ферментах белки связаны с какими-либо иными химическими соединениями, называемыми *активными группами* или *коферментами*.

Молекула каждого белка построена из аминокислот, которых в настоящее время известно 20. Различные белки состоят из неодинаковых аминокислот. Кроме того, отдельные белки резко различаются по составу и количеству аминокислот, из которых состоят их молекулы, а также последовательностью их расположения в белковой частице. Именно этим и объясняется громадное разнообразие свойств природных белков, размеров их молекул.

Исключительно большую и разностороннюю роль в жизни всех организмов играют нуклеиновые кислоты, которые также представляют собой очень сложные химические соединения. В составе клеток живых организмов обнаружено два типа нуклеиновых кислот — дезоксирибонуклеиновые, сосредоточенные в основном в ядрах клеток в хромосомах (см. ст. «Наследственность»), и рибонуклеиновые, встречающиеся и в ядрах и во всех составных частях цитоплазмы.

Доказано, что процессы синтеза белков непосредственно регулируются соответствующими ферментами и нуклеиновыми кислотами, содержащимися в клеточном ядре и цитоплазме, причем состав аминокислот и порядок их расположения в белковой молекуле целиком определяются особенностями строения нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты в сочетании с белками участвуют в построении многих очень важных ферментов, которые управляют процессами дыхания клетки.

Особенности строения белков и нуклеиновых кислот обусловливают их чрезвычайно высокую химическую активность. Они являются основными двигателями и регуляторами протекающих в живой клетке процессов обмена веществ.

Что такое биофизика

С расширением и углублением человеческих знаний о живых организмах появились такие разделы науки, которые изучают процессы и явления, относящиеся одновременно к различным областям знаний. Среди таких научных дисциплин *биологическая физика*, или *биофизика*. Что же она изучает и каковы ее методы исследований?

Известно, что физика изучает основные законы природы: строение атомов и ядер, свойства элементарных частиц, взаимодействие электромагнитных волн и частиц и т. д. Биофизика, возникшая на стыке биологии и физики,— это наука об основных физических и физико-химических процессах в живом организме и их регулировании.

Биофизикам нужно познать закономерности строения и работы живых организмов, не нарушая их свойств, сохраняя организм в живом, деятельном состоянии. Ведь, отмирая, организм теряет присущие ему свойства, все процессы в нем изменяются, и он становится обычной неживой системой. В этом заключается большая трудность. Отсюда возникла необходимость изучать живые организмы на разных «уровнях» — исследовать свойства биологических молекул, характерные особенности и работу клеток, изучать совместную работу органов в целом организме и т. д. Поэтому в биофизике выделились такие крупные разделы: молекулярная биофизика, биофизика клетки, биофизика процессов управления и регуляции и др. Кратко расскажем о каждом из основных разделов биофизики.

Молекулярная биофизика изучает свойства биологических молекул, физико-химические процессы в рецепторных клетках. Эти клетки называются рецепторными или чувствительными, так как они первыми воспринимают сигналы о свете, вкусе, запахе (по-латински «рецептио» — чувствую).

Молекулярная биофизика исследует, например, процессы, которые протекают в органах чувств животных — в органах зрения, слуха, осязания и обоняния.

Мы привыкли, что в нашем организме все совершается просто, само собой, и подчас не задумываемся, насколько сложные биофизические процессы происходят, например, когда мы ощущаем вкус сахара или чувствуем запах цветов. А это одна из проблем, над которой много лет работает молекулярная биофизика. Дело в том, что ощущения вкуса или запаха возможны благодаря сложным физико-химическим процессам в рецепторных клетках при взаимодействии с ними молекул различных веществ.

Известно, что химики создали 1 млн. органических соединений и почти каждое из них имеет свой характерный запах. Человек может различать несколько тысяч запахов, причем некоторые вещества

мы ощущаем при исключительно малой концентрации — всего миллионные и миллиардные доли миллиграмма на литр воды. Например, чтобы ощутить такие вещества, как скатол, тринитробутилтолуол, достаточно их концентрации 10^{-9} мг/л. Животные намного чувствительнее человека. Например, геологи используют специально обученных собак для поиска по запаху рудных месторождений, расположенных глубоко под землей. Всем хорошо известна работа собак-ищеек, находящих след по ничтожно слабому запаху. Но, пожалуй, остротой обоняния всех превосходят рыбы и насекомые. Некоторые рыбы ощущают пахучее вещество, даже если оно содержится в воде в исчезающе малых концентрациях — всего 10^{-11} мг/л. Бабочки обнаруживают чуть ли не одну молекулу пахучего вещества, приходящуюся на 1 м^3 воздуха.

Молекулярная биофизика помогает выяснить не только различие в чувствительности и строении органов обоняния у различных животных, но и сам процесс определения запаха. Сейчас установлено, что имеется 6—7 основных запахов, разными сочетаниями которых объясняется их многообразие. Этим основным запахам соответствуют определенные типы обонятельных клеток.

Молекулярная биофизика изучает свойства и процессы не только у животных, но и у растений. В частности, она занимается изучением фотосинтеза. В зеленом листе березы, черемухи, яблони или пшеницы происходят удивительные и сложные процессы. Солнце посылает на Землю колоссальное количество энергии, которая пропадала бы без пользы, если бы не зеленые листья, улавливающие ее и создающие с ее помощью из воды и углекислого газа органическое вещество и тем самым дающие жизнь всем живым организмам.

Фотосинтез протекает в зеленых частицах — хлоропластах, находящихся в клетках листа и содержащих растительный пигмент — хлорофилл. Порции световой энергии (фотоны) поглощаются пигментом и производят фотоокисление воды: она отдает свой электрон молекуле хлорофилла, а протон используется для восстановления углекислого газа до углеводов. Протон и электрон, как известно, составляют атом водорода; этот атом «по частям» отнимается у молекулы воды. В процессе фотосинтеза освобождается кислород, которым дышат все живые организмы.

Основа фотосинтеза — самый первый элементарный процесс: взаимодействие порций световой энергии (фотонов) с молекулой хлорофилла. Именно этот процесс изучает молекулярная биофизика в фотосинтезе, с тем чтобы познать, как происходит преобразование световой энергии в энергию химических связей и последующее превращение веществ. Если этот фундаментальный процесс будет познан до конца, его можно будет осуществлять в искусственных условиях. Тогда человечество овладеет самым быстрым и самым экономичным способом получения органических веществ, следовательно, продуктов питания и ценного сырья, которые дают сегодня человеку зеленые растения.

Существует тесная связь между изучением клеток и молекулярных процессов, происходящих в них, т. е. между молекулярной и клеточной биофизикой. Одна из них изучает молекулярные изменения, свойства биологических молекул и системы, образуемые молекулами в клетках (как говорят, субмолекулярные образования), их свойства и изменения, другая исследует свойства и функционирование различных клеток — выделительных, сократительных, обонятельных, светочувствительных и др.

Развитию *биофизики клетки* во многом способствовали успехи физики, радиоэлектроники, именно благодаря этим наукам биофизика получила электронные микроскопы, позволившие увеличивать микроскопические объекты в сотни тысяч раз. На вооружении биофизиков появился электронный парамагнитный резонанс, с помощью которого можно изучать особые активные части молекул — так называемые свободные радикалы, играющие очень важную роль во всех биологических процессах. С помощью высокочувствительных к свету приборов — фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) стало возможным определять крайне малые потоки света. Использование этих приборов привело к большому открытию в биофизике клетки.

Давно была известна способность к свечению у живых организмов: светлячков и различных водных организмов, называемая *биолюминесценцией*. Но с помощью ФЭУ удалось обнаружить, что способностью к свечению обладают органы почти всех животных и растений. Это так называемое сверхслабое свечение — *биохемилюминесценция* — происходит в результате физико-химических реакций внутри клеток, и связано оно с внутриклеточным окислением веществ липидов, входящих в структурные элементы. Большую роль в этих процессах играют упомянутые нами свободные радикалы. По интенсивности сверхслабого свечения можно следить за уровнем окислительных обменных реакций и выделением энергии в результате многообразных реакций, идущих внутри клеток.

Обнаружение сверхслабого свечения, наличия свободных радикалов, связи их с жизнедеятельностью клетки резко изменило представления о клеточных

процессах. Перед биофизикой клетки встала задача не только разобраться в ультрамикроскопическом строении клетки и ее органелл, но и выяснить, как связаны друг с другом эти элементы, как они работают, в чем причина слаженности, согласованности процессов, совершающихся в клетках.

При исследовании клетки в электронном микроскопе ученым открылся новый мир ультрамикроскопических, т. е. самых мельчайших, клеточных структур. Были обнаружены внутриклеточные мембраны, канальцы, трубочки, пузырьки. Все эти структуры, в миллионы раз тоньше человеческого волоса, играют определенную роль в жизнедеятельности клетки. Любая клетка, кажущаяся простым комочком цитоплазмы с ядром, представляет собой сложное образование с большим числом мельчайших частиц (структурных элементов), действующих точно и согласованно, в строгом порядке, тесно связанных между собой. Количество этих структурных элементов очень велико, например в нервной клетке до 70 тыс. частиц — митохондрий, благодаря которым клетка дышит и получает энергию для своей деятельности.

В любой клетке живого организма происходит поглощение необходимых веществ и выделение ненужных, совершается дыхание, деление, наряду с этим клетки выполняют специальные функции. Так, клетки сетчатки глаза определяют силу и качество света, клетки слизистой носа определяют запах веществ, клетки различных желёз выделяют физиологически активные вещества — ферменты и гормоны, регулирующие рост и развитие организма.

О всей своей большой работе — увиденном, услышанном, опознанном — клетки нервной ткани животных сообщают электрическими импульсами в головной мозг — главный координирующий центр. Биофизика клетки в целом и один из ее важных разделов, называемый *электрофизиологией клетки*, изучают, как клетки получают необходимые сведения из окружающего пространства, как эти сведения зашифрованы в электрических сигналах — импульсах, как образуются в клетках биологические токи и потенциалы.

Клетки живого организма тесно связаны между собой, с головным мозгом — главным управляющим центром. В самих клетках, в тысячах их структурных элементов, происходят упорядоченные биохимические процессы. Благодаря чему так согласованно и точно совершаются эти сотни тысяч реакций?

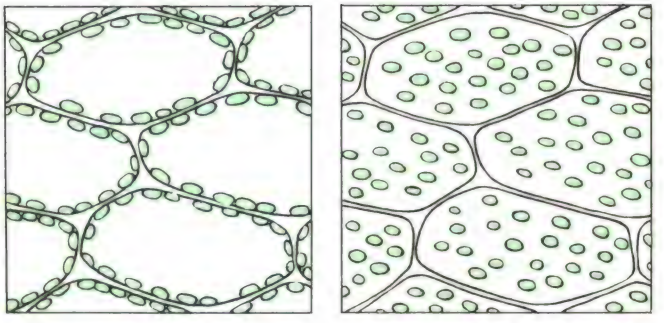
Дело в том, что и клетка, и отдельный орган, и целостный организм представляют собой определенную *систему*, основанную на специфических законах регулирования и взаимосвязи. Вот эти особенности изучает самый молодой раздел — *биофизика процессов управления и регуляции*.

Расскажем об этом разделе биофизики, воспользовавшись следующим примером. Каждый орган человека состоит из большого числа клеток, выполняющих специфическую работу. Например, особую роль в обонянии играет слизистая оболочка носа — так называемый слизистый эпителий. Площадь его не более 4 см^2, но содержит он чуть ли не 500 млн. обонятельных клеток — рецепторов. Сведения об их работе передаются по нервным волокнам, число которых достигает 50 млн., в обонятельный нерв и затем в головной мозг. Сигналы, идущие от клеток в виде первичных электрических импульсов, должны быть правильно расшифрованы. Для этого они направляются в различные отделы головного мозга, состоящие из громадного числа клеток. Например, только большие полушария головного мозга содержат $2 \cdot 10^{10}$ клеток, мозжечок — 10^{11} клеток. Мозг принимает необходимые «решения» и передает ответные сигналы — указания о том, как должны работать те или иные клетки, ткани или органы. В центральную нервную систему поступают сотни тысяч разнообразных сигналов из внешней среды о звуках, свете, запахах и сигналы о состоянии клеток самого организма. Из сказанного видно, насколько сложны взаимосвязи в любой живой системе — в отдельной клетке или целом организме, как сложна работа по управлению клетками, регулированию их состояния и контролю за согласованностью всех жизненных процессов.

Этот важный отдел биофизики опирается на закономерности, открытые другой наукой — *кибернетикой*. Биофизики, изучающие процессы управления и регуляции, пользуясь ее методами, разработали ряд электронных моделей, например черепахи, нервной клетки и процесса фотосинтеза, которые облегчают изучение сложных явлений регуляции в организме.

Исследование регуляторных процессов в живом организме показало, что они обладают удивительным свойством — *саморегуляцией*. Клетки, ткани, органы живых организмов представляют собой САМОрегулирующиеся, САМОорганизующиеся, САМОнастраивающиеся, САМОобучающиеся системы. Это означает, что работа клеток, органов и организма в целом определяется свойствами и качествами, заложенными в самом организме. Поэтому каждая клеточка или орган *самостоятельно*, без помощи извне регулирует постоянство состава среды внутри них. Если под воздействием какого-либо фактора их состояние изменяется, это удивительное свойство помогает им вернуться вновь в нормальное состояние.

Хлоропласты в клетках листа изменяют свое расположение в зависимости от силы освещения: при сильном освещении они располагаются вдоль стенок клеток *(слева)*; при слабом — по всей клетке. Это пример клеточной саморегуляции.



Вот только один простой пример такой саморегуляции. Мы уже рассказывали о важной роли хлоропластов, находящихся в клетках зеленого листа. Хлоропласты способны к самостоятельному передвижению в клетках под влиянием света, поскольку они очень чувствительны к нему. В солнечный яркий день при большой интенсивности света хлоропласты располагаются вдоль клеточной стенки, как бы стараясь избежать действия сильного света. В пасмурные облачные дни хлоропласты располагаются по всей поверхности клетки, чтобы поглощать больше лучей. Переход хлоропластов из одного положения в другое под влиянием света (фототаксис) совершается благодаря клеточной саморегуляции.

Познание человеком природы, разнообразных живых организмов идет так стремительно и приводит к таким неожиданным результатам и выводам, что они не укладываются в рамки какой-либо одной науки. Биофизика положила начало новым разделам науки, расширяющим горизонты человеческих знаний. Так выделилась в самостоятельную отрасль биологии *радиобиология* — наука о действии различных видов радиации на живые организмы, *космическая биология*, изучающая проблемы жизни в космосе, *механохимия*, исследующая превращение химической энергии в механическую, происходящее в мышечных волокнах. На основе биофизических исследований возникла новая наука — *бионика*, изучающая живые организмы с целью использования принципов их работы для создания новых и более совершенных по конструкции приборов и аппаратов.

Мы рассказали лишь о небольшой части исследований, проводимых биофизиками, но примеров можно было бы привести значительно больше, как в области изучения молекул, субклеточных структур, так и организма в целом.

Каждый день приносит новые открытия, изобретения, ценные идеи. Наш век — это время больших успехов во всех областях знания, в том числе и в изучении природы.

Что изучает радиобиология

Ионизирующая радиация окружает нас всюду. Мощное развитие ядерной энергетики создало условия для широкого получения искусственных радиоактивных изотопов. Радиоактивные вещества образуются также в результате атомных взрывов и выпадают в виде радиоактивных осадков. *Радиобиология* — наука, изучающая действие ионизирующих излучений на биологические объекты, способы защиты от ее повреждающего действия и возможности практического использования излучений в различных областях медицины, сельского хозяйства и биологии.

В некоторых районах земного шара встречаются места, где уровень радиационного фона несколько повышен. Это связано с тем, что здесь по различным причинам происходит концентрация естественных (уран, радий, торий) или искусственных (стронций, цезий) радиоактивных веществ на поверхности Земли. Особый раздел радиобиологии — *радиоэкология* — изучает распределение радиоактивных элементов в природных условиях, их накопление, перемещение и действие на животные и растительные организмы.

Ионизирующие излучения, возникающие при радиоактивном распаде, имеют различные свойства. Альфа-частицы представляют собой дважды ионизированные ядра гелия. Они состоят из двух протонов и двух нейтронов, несут два положительных заряда и имеют массу 4. Бета-частицы, представляющие собой поток электронов, имеют отрицательный заряд и очень малую массу. Гамма-кванты — это фотоны жесткого электромагнитного излучения. Они не имеют заряда. Масса покоя гамма-квантов равна нулю.

При облучении живых организмов альфа-, бета-частицами и гамма-квантами в их тканях происходит ионизация, которая приводит в дальнейшем к большим изменениям в обмене веществ, в наследственных свойствах. Самая важная особенность радиационных излучений в том, что альфа-частицы, бета-частицы и гамма-кванты, обладая одинаковой энер-

гией, имеют разную длину пробега и способны вызывать разную степень ионизации:

Вид ионизирующих лучей	Длина пробега в воздухе (м)	Удельная ионизация, (число пар ионов, образуемых на 1 мм пути)	Проникающая способность
Альфа	0,01	6000	малая
Бета	1,0	60	средняя
Гамма	100	0,6	большая

Радиобиология изучает реакции, происходящие в организме, облученном ионизирующей радиацией. Радиобиологи установили, что биологическое действие ионизирующей радиации в большой степени зависит от вида частиц и их энергии, поглощенной в живом веществе. Вот почему в радиобиологии уделяется большое внимание точному измерению интенсивности и дозы ионизирующих излучений.

Для измерения радиоактивности служит единица, называемая кюри — в честь французских исследователей, открывших явление радиоактивности. 1 кюри — это такое количество радиоактивного вещества, в котором происходит $3{,}7 \cdot 10^{10}$ распадов в секунду. Имеются и меньшие единицы: милликюри, микрокюри. Количество гамма-квантов и рентгеновых лучей измеряется в других единицах — рентгенах (Р). Для измерения энергии ионизирующей радиации, поглощенной единицей массы облучаемого вещества, используется особая единица — рад. Доза в 1 рад соответствует количеству поглощенной энергии в 100 эрг/г. Для воздуха при экспозиционной дозе в 1 Р поглощенная доза равна 0,88 рада.

Таким образом, перед радиобиологией стоят важные задачи: во-первых, точно измерить дозу ионизирующего излучения, попадающую в организм; во-вторых, изучить само действие ионизирующих лучей на живые организмы; в-третьих, найти средства и методы для защиты живых организмов (в особенности людей) от повреждающего действия радиации; в-четвертых, изыскать способы для использования ионизирующих излучений в народнохозяйственных и лечебных целях.

Радиобиологи обнаружили, что облучение вызывает различные изменения в организме животных, растений и микроорганизмов. Причем большое значение имеет длительность облучения, его энергия, а также физиологическое состояние организма (будут ли это семена или проростки растений, молодые или взрослые животные).

В основе биологического действия ионизирующей радиации лежит ее способность вызывать образование ионов в организме. При этом в клетках и тканях организма, и в особенности в их генетических структурах — хромосомах ядра, происходят большие изменения (см. ст. «Наследственность»). Ученые установили, что чувствительность организмов к радиации очень различна. Так, средняя доза, при которой организм погибает, у животных составляет 200—1000 рад (у насекомых — 1000 — 100 000), у растений — 1000 — 150 000, у микроорганизмов — до 1 000 000 рад.

Под действием радиации изменяются клетки и ткани организма, нарушается обмен веществ, в результате чего подавляется рост, появляются организмы, отличные от нормальных, называемые мутантами. Большая часть мутантов погибает, но у оставшихся в живых могут наблюдаться свойства, полезные для человека (см. т. 6 ДЭ, ст. «Новые пути в селекции растений»).

Получать радиомутанты можно при облучении сухих семян в лаборатории или при длительном облучении растений на специальном поле (гамма-поле), где установлен источник ионизирующей радиации. На таком поле высаживают различные культуры — пшеницу, ячмень, горох, землянику, яблони, груши — и облучают их непрерывно в течение всего вегетационного периода. За время такого длительного облучения растения получают различные дозы радиации. Поскольку радиоактивное излучение очень опасно для человека, гамма-поле огораживают, охраняют и устанавливают специальные щиты со знаком, указывающим, что там находится радиоактивная зона. При необходимости источник ионизирующей радиации автоматически закрывается и с помощью особого устройства погружается в глубокий подземный колодец. В это время исследователи собирают образцы растений для анализа, урожай семян и плодов.

Очень важно, что ионизирующая радиация используется для борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений. Оказалось, что взрослые насекомые-вредители устойчивы к облучению и смертельные дозы радиации для них составляют сотни тысяч рад. Однако их яйца и личинки погибают при значительно меньших дозах облучения. Например, если зерно перед загрузкой в элеватор на хранение облучить дозой 10 000 рад, то яйца и личинки амбарного долгоносика не будут развиваться и зерно можно хранить без потерь. Облученное зерно безопасно для человека, и его можно использовать в пищу, но для посева оно не годится.

В радиобиологии используются не только большие,

но и малые дозы ионизирующей радиации. Оказалось, что малые дозы радиации в некоторых случаях ускоряют рост растений и животных, т. е. оказывают стимулирующее влияние. Имеются данные, что у растений в результате стимуляции увеличивается содержание витаминов, ускоряются процессы обмена, повышается урожайность, сокращаются сроки созревания плодов. Стимулирующие дозы радиации для различных видов и сортов сельскохозяйственных растений не одинаковы и колеблются от 100 до 4000 рад. Все эти явления еще требуют тщательного и всестороннего изучения.

Стимулирующее действие небольших доз радиации отмечается не только для растений, но и для других организмов. Но животные очень чувствительны к облучению, и поэтому стимулирующие дозы для них в сотни раз меньше, чем для растений. Например, при облучении яиц, находящихся в инкубаторах птицефабрик, дозой 1—2 рада уже отмечается положительный эффект: увеличивается количество вылупившихся цыплят, а выросшие из них куры обладают большей яйценоскостью — за год они дают больше яиц, чем необлученные.

Особое значение в радиобиологии имеют *меченые атомы*, или *изотопные индикаторы*. Такое название дано изотопам, главным образом радиоактивным, потому что, распадаясь, они как бы сами себя обнаруживают, отмечают свой путь. Если радиоизотоп в составе какого-либо вещества ввести в организм, то по частицам, испускаемым во время распада изотопа, можно узнать о превращениях и перемещениях в организме данного вещества. Поэтому ученые широко используют радиоизотопы, чтобы узнать, что происходит в организме с различными солями, питательными веществами, как усваиваются удобрения растениями и молоко молодняком животных и многие другие процессы, совершающиеся в живых организмах. Расскажем лишь о некоторых работах, проведенных с помощью радиоизотопов.

Так, например, выяснены некоторые особенности в жизни пчел. Пчел метили радиоактивным фосфором (^{32}P), который добавляли в сахарный сироп, съедаемый насекомыми. Отлавливая пчел на различных расстояниях от улья, можно было установить дальность и скорость полета пчел, распределение их на опытном участке, где они посещают цветы, и т. д. Если же из всего улья метилась лишь одна пчела, то счетчик, поставленный у входа в улей, отмечал каждый раз момент ее появления. Так удалось выяснить, сколько вылетов в день совершает рабочая пчела и как долго она отсутствует.

При помощи радиоизотопов удалось изучить многие процессы, совершающиеся в живом организме. Например, было установлено, что при фотосинтезе кислород выделяется не из углекислого газа, как думали раньше, а в результате разложения молекул воды. При этом было обнаружено, что фотосинтез идет с большой скоростью, так как углекислота, меченная углеродом, сразу же обнаруживается в десятках различных органических соединений. Удалось установить, что скорость передвижения органических веществ в клетках зеленого листа тоже очень велика — до 100 мм/ч.

Было установлено, что и скорость обновления тканей в организме животных очень велика. Так, белки мышц в организме заменяются наполовину за 80 дней, а в печени еще быстрее — за 8 дней. С помощью радиоизотопа ^{14}C установили, что сахар усваивается организмом сразу и тотчас же используется в дыхании клеток.

С помощью изотопов удалось установить, что растения усваивают питательные вещества не только через корневую систему, но и при так называемой внекорневой подкормке. Этот метод оказался очень эффективным, так как растения сразу получают через лист элементы, необходимые для роста и развития. Лесоводы с помощью радиоизотопов узнали, что деревья могут обмениваться питательными веществами через корневую систему. Для этого в одно из деревьев в дубовой роще вводили радиоактивный бромистый калий. Через несколько дней этот радиоизотоп был обнаружен в соседних деревьях, которые росли на расстоянии 4 м от первого.

Радиоизотопы широко используются в медицине для постановки диагноза и лечения некоторых заболеваний.

Космическая биология

Мыши проходят испытание в условиях невесомости.

Запуск в 1957 г. первого искусственного спутника Земли и дальнейшее развитие астронавтики поставили перед различными областями науки большие и сложные проблемы. Возникли новые отрасли знания. Одна из них — *космическая биология*.

Еще в 1908 г. К. Э. Циолковский высказывал мысль, что после создания искусственного спутника Земли, способного без повреждения возвратиться на Землю, на очередь встанет решение биологических проблем, связанных с обеспечением жизни экипажей космических кораблей. Действительно, прежде чем первый землянин — гражданин Советского Союза Юрий Алексеевич Гагарин — отправился в космический полет на корабле «Восток-1», были проведены обширные медико-биологические исследования на искусственных спутниках Земли и космических кораблях. На них в космический полет отправлялись морские свинки, мыши, собаки, высшие растения и водоросли (хлорелла), различные микроорганизмы, семена растений, изолированные культуры тканей человека и кролика и другие биологические объекты. Эти эксперименты позволили ученым сделать вывод — жизнь в условиях космического полета (по крайней мере не слишком длительного) возможна. Это было первое важное достижение новой области естествознания — космической биологии.

Каковы же задачи космической биологии? Что является предметом ее исследований? В чем особенность методов, которыми она пользуется? Ответим сначала на последний вопрос.

Помимо физиологических, генетических, радиобиологических, микробиологических и других биологических методов исследования космическая биология широко использует достижения физики, химии, астрономии, геофизики, радиоэлектроники и многих других наук.

Результаты любых измерений в полете необходимо передавать по радиотелеметрическим линиям. Поэтому биологическая радиотелеметрия (биотелеметрия) — основной метод исследования. Она же является средством контроля во время проведения опытов в космическом пространстве. Использование радиотелеметрии накладывает определенный отпечаток на методику и технику биологических экспериментов. То, что в обычных земных условиях можно довольно легко учесть или измерить (например, посеять культуры микроорганизмов, взять пробу для анализа, зафиксировать ее, измерить скорость роста растений или бактерий, определить интенсивность дыхания, частоту пульса и т. д.), в космосе превращается в сложную научную и техническую проблему. Особенно, если эксперимент проводится на непилотируемых спутниках Земли или космических кораблях без экипажа. В этом случае все воздействия на изучаемый живой объект и все измеряемые величины необходимо с помощью соответствующих датчиков и радиотехнических устройств превратить в электрические сигналы, которые выполняют разную роль. Одни из них могут служить командой для какой-либо манипуляции с растениями, животными или другими объектами исследования, другие нести информацию о состоянии изучаемого объекта или процесса.

Таким образом, методы космической биологии отличаются высокой степенью автоматизации, тесно связаны с радиоэлектроникой и электротехникой, с радиотелеметрией и вычислительной техникой. Исследователю необходимо хорошо знать все эти технические средства, и, кроме того, ему необходимо глубокое знание механизмов различных биологических процессов.

Каковы же проблемы, которые стоят перед космической биологией? Главнейшие из них три: 1. Изучение влияния условий полета в космос и факторов космического пространства на живые организмы Земли. 2. Исследование биологических основ обеспечения жизни в условиях космических полетов, на внеземных и планетных станциях. 3. Поиски живой материи и органических веществ в мировом пространстве и изучение особенностей и форм внеземной жизни. Расскажем о каждой из них.

Влияние на организмы условий полета в космос

При полете в космическое пространство живые организмы сталкиваются с целым рядом условий и факторов, резко отличных по своим свойствам от условий и факторов биосферы Земли. Факторы космического полета, которые способны оказать влияние на живые организмы, делят на три группы.

Космические путешественницы — собаки Уголек и Ветерок.

К первой относятся *факторы, связанные с динамикой полета космического корабля*: перегрузки, вибрации, шумы, невесомость. Изучение воздействия их на живые организмы — важная задача космической биологии. Особенно велика биологическая значимость невесомости. Вся эволюция земной жизни, биологических процессов проходила в условиях постоянного воздействия гравитационного поля нашей планеты на ее обитателей. В этих условиях протекает она и сейчас. Еще нет ясного ответа на вопрос, каким образом при длительном действии невесомости будут протекать эти биологические процессы, начиная с элементарных — синтеза белка, деления клеток, действия ферментов и т. п. — и кончая сложнейшими физиологическими реакциями. Полет А. Г. Николаева и В. И. Севастьянова в течение 18 суток на корабле «Союз» и беспримерный по длительности полет Г. Т. Добровольского, В. Н. Волкова и В. И. Пацаева на первой в мире орбитальной станции «Салют» свидетельствуют о способности человеческого организма достаточно долго сохранять высокую работоспособность в условиях невесомости.

Не менее сложна проблема обратной приспособляемости (реадаптации) организма к земному тяготению после длительного пребывания в состоянии невесомости. Пока еще совершенно неясно, не окажет ли очень длительное пребывание в состоянии невесомости (допустим, при полете вокруг Марса или Венеры) настолько вредное действие на организм, что возвращение этого организма в условия нормального (земного) гравитационного поля будет для него чрезмерной нагрузкой. От решения этого вопроса зависит конструкция будущих космических кораблей. Может быть, на них придется создавать искусственно силу тяжести.

Ко второй группе относятся *факторы космического пространства*. Космическое пространство характеризуется многими особенностями и свойствами, которые не совместимы с требованиями земных организмов к условиям окружающей среды. Это прежде всего почти полное отсутствие газов, входящих в состав атмосферы, в том числе молекулярного кислорода, высокая интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучения, ослепляющая яркость видимого света Солнца, губительные дозы ионизирующих (проникающих) излучений (космические лучи и гамма-кванты, рентгеновское излучение и др.), своеобразие теплового режима в условиях космоса и т. д. Космическая биология изучает влияние всех этих факторов, их комплексное воздействие на живые организмы и способы защиты от них.

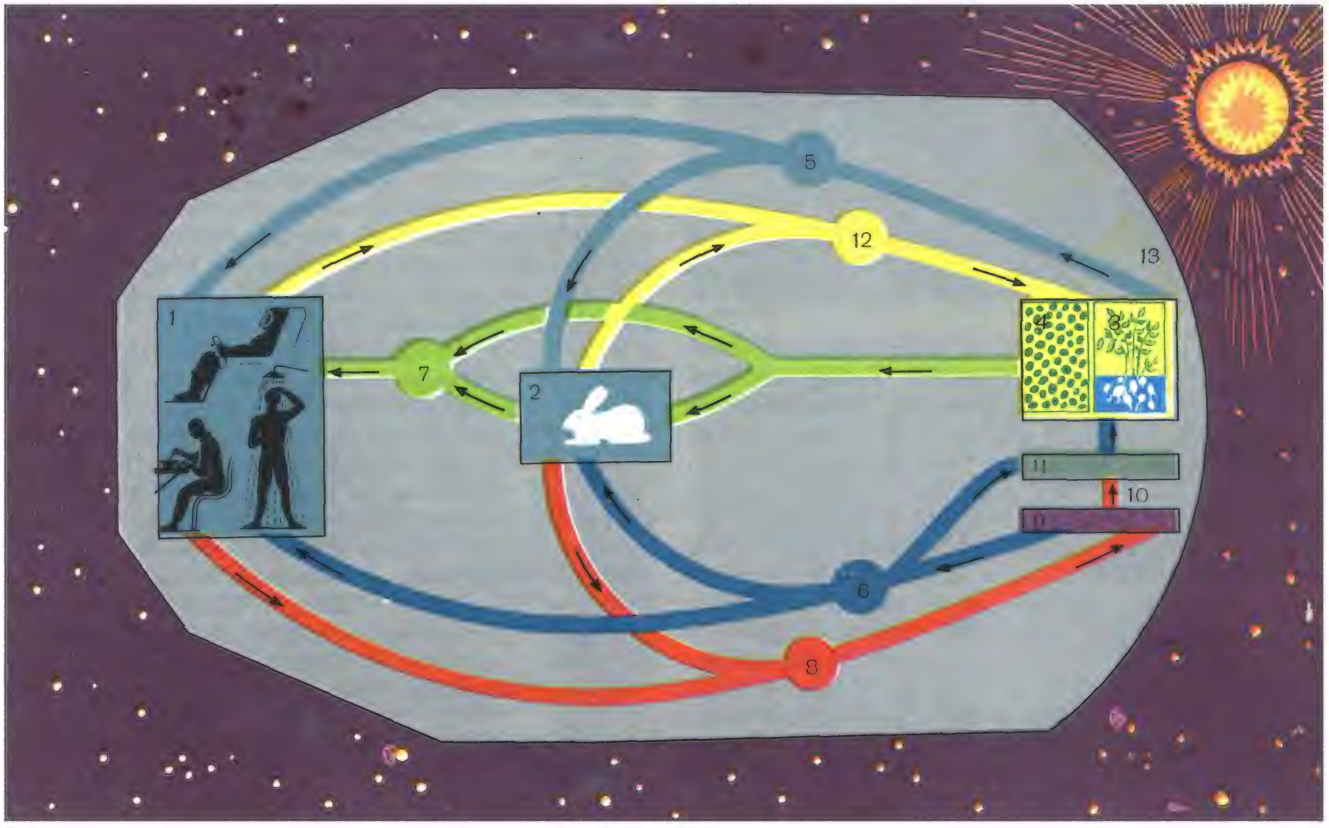
К третьей группе относятся *факторы, связанные с изоляцией организмов в искусственных условиях космического корабля*. Полет в космическое пространство неизбежно связан с более или менее длительной изоляцией организмов в сравнительно небольших герметизированных кабинах космических кораблей. Ограниченность пространства и свободы движения, монотонность и однообразие обстановки, отсутствие многих привычных для жизни на Земле раздражителей создают совершенно особые условия. Поэтому необходимы специальные исследования физиологии высшей нервной деятельности, устойчивости высокоорганизованных существ, в том числе и человека, к длительной изоляции, сохранения в этих условиях работоспособности.

Как обеспечить жизнь в космическом полете?

Успешные полеты космонавтов вокруг Земли на космических кораблях и орбитальных станциях и высадка человека на Луну, запуски автоматических межпланетных станций к Луне, Венере и Марсу делают вполне реальными в будущем полеты человека к другим планетам. Чтобы осуществить в будущем такие полеты, которые будут длиться многие месяцы и, возможно, годы, необходимо решить очень сложные инженерно-технические и медико-биологические проблемы.

Одна из этих проблем — разработка и создание системы, которая неограниченно долгое время могла бы обеспечивать людей в космическом корабле и в случае высадки на другие планеты всем необходимым для нормальной жизни: кислородом, пищей, водой, очищать среду от углекислого газа и всевозможных отходов и продуктов жизнедеятельности. При нормальном функционировании организма человеку необходимо в сутки около 1000 г кислорода, 2200 г воды (для питья), около 500 г сухой пищи и примерно 1800 г воды для санитарных нужд — все

Схема замкнутого экологического комплекса: *1* — человек; *2* — животные; *3* — высшие растения; *4* — одноклеточные водоросли; *5* — кислород; *6* — вода; *7* — пища; *8* — отходы; *9* — минерализация отходов; *10* — минеральные соли; *11* — питательная среда; *12* — углекислый газ; *13* — солнечный свет.



вместе это составляет около 5,5 кг. Это значит, что годовой запас этих веществ для одного космонавта составит около 2 т! Вес системы жизнеобеспечения, основанной на запасах, растет пропорционально увеличению числа членов экипажа и длительности полета.

Например, для экипажа из 5 космонавтов при трехгодовом полете он составляет около 30 т. Ясно, что стартовый вес корабля будет слишком большим. Такие корабли пока невозможно поднять от Земли и вывести на межпланетную трассу. Кроме того, взятые с Земли запасы могут в конце концов истощиться и время полета и пребывания космонавтов на других планетах будет жестко ограничено.

Может ли быть создана система, которая неограниченно длительное время обеспечит жизнь людей в космическом полете? Ученые пришли к выводу, что такую систему можно создать, если на борту корабля и на планетных станциях разместить и рационально скомпоновать сообщества различных организмов, которые обеспечивали бы полный биологический круговорот веществ, подобный тому, который существует на Земле.

Действительно, на нашей планете в течение многих миллионов лет протекают процессы дыхания, горения и т. д. В результате этих и других окислительных процессов непрерывно тратятся органические вещества, потребляется кислород, рассеивается энергия. Казалось бы, что уже давно должны были бы окислиться все органические вещества, истощиться запасы пищевых продуктов, топлива, кислорода и прекратиться жизнь. Однако этого не происходит. Ведь на Земле помимо процессов, в ходе которых потребляются органические вещества, кислород и энергия, протекает другой, противоположно направленный грандиозный процесс. В результате его за счет энергии солнечного света из полностью окисленных веществ — углекислого газа, воды — и некоторых минеральных элементов создаются сложные и многообразные органические продукты и выделяется кислород. Этот процесс — фотосинтез — протекает в листьях зеленых растений. Благодаря ему ежегодно связывается около 175 млрд. т углерода, образуется примерно 400 млрд. т органических веществ, выделяется 460 млрд. т кислорода и накапливается столько энергии, сколько ее могли бы дать

200 тыс. таких гигантов энергетики, как Куйбышевская ГЭС.

Таким образом, листья зеленых растений именно та «лаборатория», благодаря работе которой осуществляется непрерывный круговорот веществ и поддерживается жизнь на нашей планете. Имея в виду именно эту функцию зеленых растений, выдающийся русский ученый К. А. Тимирязев около 70 лет назад писал о «космической роли растений». В наше время, когда человечество получает возможность путешествовать в космосе, фотосинтез приобретает космическую роль в прямом смысле — уже как средство, которое может обеспечить неограниченно долгое время жизнь людей в межпланетных полетах.

Зеленые растения на борту корабля при неограниченных количествах света от Солнца или источников ядерной энергии позволят создать такие *замкнутые экологические системы* (часть их составит и экипаж космонавтов), в которых в непрерывном круговороте будет находиться одно и то же взятое с Земли количество веществ. Человек, поглощая кислород, будет выдыхать углекислый газ, растения же, поглощая его, а также усваивая воду и минеральные соли, будут вновь и вновь создавать пищевые вещества и выделять кислород. Движущей силой этого процесса явится световая энергия. Твердые и жидкие отходы жизнедеятельности человека (после их минерализации) будут использоваться в качестве минерального питания растений и для получения чистой воды. Таким образом, замкнутый экологический комплекс позволит непрерывно циклически воспроизводить на борту космического корабля все необходимые для жизни человека условия.

Это не значит, конечно, что на борту космических кораблей появятся привычные для нашего глаза посевы сельскохозяйственных растений. Здесь будут созданы такие инженерно-биологические системы, в которых культивированием растений займутся, по-видимому, автоматы. Какие же растения будут выращиваться в космосе? Особенный интерес представляют одноклеточные зеленые водоросли, например хлорелла. Она имеет микроскопические размеры, очень быстро размножается и отличается высокой активностью фотосинтеза. Эта водоросль может культивироваться в питательных средах, поглощая за короткий срок большое количество углекислого газа, выделяя кислород и накапливая значительные количества биомассы. Биомасса хлореллы содержит до 50% белков, до 20% жиров, углеводы, витамины и другие ценные вещества. Очень важно, что весь процесс выращивания водорослей автоматизирован.

Успехи, достигнутые на пути интенсификации роста и биосинтеза микроскопических водорослей, позволяют уже сейчас обеспечить с помощью 25—35 кг суспензии водорослей воспроизводство воздуха и пищи на одного человека. Найдены и пути управления качественной стороной фотобиосинтеза водорослей. Можно получать от них биомассу, которая по соотношению белков, жиров и углеводов практически полностью копирует соотношение этих веществ в пищевом рационе человека. Это не значит, конечно, что в составе замкнутого экологического комплекса будут только одноклеточные водоросли. В него, безусловно, должны быть включены привычные для человека высшие растения, а также животные и некоторые микроорганизмы.

Работа по созданию замкнутого экологического комплекса связана с большими трудностями, так как все звенья такого биологического сообщества должны быть в высшей степени строго согласованы друг с другом, в определенной зависимости соподчинены и взаимно обеспечивать друг друга веществами и энергией. Должны быть учтены воздействия космической радиации на различные организмы, действие перегрузок, невесомости и всех тех факторов, с которыми неизбежно столкнется живой организм в специфических условиях космического полета.

Поиск и изучение внеземных форм жизни

Есть ли жизнь на других планетах? Каковы ее формы и свойства? Может ли жизнь быть занесена с одного небесного тела на другое? Все эти вопросы издавна интересуют людей. Крупнейшие ученые предполагали, что жизнь существует не только на нашей планете, но строго научного, неопровержимого доказательства этому не было. Только теперь, когда в космическое пространство проникли ракетные аппараты, можно на практике искать ответ на вопрос: существует ли жизнь вне Земли? Крупный раздел космической биологии — *экзобиология* ставит своей задачей поиски в космическом пространстве и изучение простейших форм жизни, элементарных биохимических процессов и веществ, как близких к земным, так и отличающихся от них. Она изучает также жизнь на других планетах. Важная задача экзобиологии — разработка профилактических методов, предотвращающих неконтролируемый занос на Землю внеземных микроорганизмов вместе с возвращающимися космическими летательными аппаратами и случайное перенесение земных организмов на другие планеты и в космическое пространство.

Биология — технике

Что такое бионика

Самая удивительная лаборатория — это живая природа. В этой лаборатории на протяжении сотен миллионов лет идет кропотливая работа: благодаря наследственности и изменчивости организмов в результате естественного отбора совершенствуются те качества и свойства животных и растений, которые лучше всего соответствуют условиям окружающей среды. Так постепенно достигается поразительная приспособленность к окружающим условиям. Человек давно не только удивляется этому совершенству природы и восхищается им, но и учится у природы, подражает ей.

Великий ученый эпохи Возрождения Леонардо да Винчи долго наблюдал за полетом птиц. Он хотел построить летательный аппарат, чтобы человек мог на нем, подобно птицам, парить над землей. Основоположник современной аэромеханики Н. Е. Жуковский потратил много сил для того, чтобы понять, каким образом пернатым удается парить в воздухе. Он посвятил этому вопросу специальную книгу. Птицы научили человека летать — так появилась авиация. Дальнейшее изучение полета птиц способствовало ее совершенствованию.

Во время первой мировой войны английский флот нес огромные потери из-за германских подводных лодок. Нужно было во чтобы то ни стало научиться их обнаруживать. Для этой цели создать специальные приборы — гидрофоны. Они должны были находить подводные лодки противника по шуму гребных винтов. Гидрофоны установили на кораблях. Однако вскоре выяснилось, что во время хода корабля движение воды у приемного отверстия гидрофона создавало шум, заглушавший шум подводной лодки. Долго не могли устранить этот недостаток. Наконец, известный физик Роберт Вуд предложил инженерам поучиться... у тюленей, которые хорошо слышат при движении в воде. Приемному отверстию гидрофона придали форму ушной раковины тюленя, и гидрофоны стали «слышать» даже на полном ходу корабля. К тому же они позволяли определять направление на источник звука и расстояние до него.

Можно привести множество таких примеров. И сейчас, в век электроники и атомной энергии, человек может очень многое позаимствовать у животных. Несколько лет назад академик А. И. Берг писал: «Мы часто гордимся достижениями современной науки и техники и имеем для этого серьезные основания. Но сопоставление наших предельных результатов с тем, что достигнуто живыми организмами в процессе длительного приспособления и отбора, заставляет нас быть более скромными».

В наше время оформилось самостоятельное направление в науке и технике, цель которого — использовать биологические знания для решения инженерных задач и развития техники. Оно было названо *бионикой* (от греческого слова «бион» — ячейка жизни).

Можно считать, что бионика находится еще в школьном возрасте. Ведь первая конференция специалистов-биоников, положившая начало ее официальному признанию, состоялась в 1960 г. Сейчас бионикой занимаются, тесно общаясь друг с другом, представители самых разных специальностей — биологи, врачи, физики, инженеры, математики. Круг вопросов, которые исследует бионика, довольно обширен и продолжает расширяться. Для того чтобы получить о них представление, лучше всего рассмотреть несколько примеров.

Природа помогает совершенствовать машины и приборы

Изучив форму тела кита, ученые пришли к выводу, что оно значительно лучше приспособлено к перемещению в воде, более обтекаемо, чем современные суда ножевидной формы. Тогда судостроители построили океанский пароход, по форме подобный киту. Корабль этот обладал той же грузоподъемностью и скоростью, что и обычный. Но зато мощность его двигателей удалось заметно уменьшить.

Для создания обшивки кораблей и других плавающих сооружений оказалось полезным изучение структуры кожи китообразных. Была изготовлена модель дельфина, воспроизводящая это животное по весу и форме. Модели была сообщена двигательная сила, равная двигательной силе дельфина, но продвигалась модель в воде значительно медленнее. Оказалось, что кожный покров дельфина имеет особую структуру, что способствует уменьшению вихревых потоков при его перемещении. Эти потоки и тормозили продвижение модели. Было создано искусственное покрытие, обладающее некоторыми свойствами кожи дельфина. Результат оказался прекрасным. Модель торпеды, обшитая этой искусственной кожей, двигалась в полтора раза быстрее, чем торпеда с обычной обшивкой.

Многим из вас, вероятно, приходилось видеть в кино, как пингвины забавно передвигаются на брю-

хе, отталкиваясь ластами. Они натолкнули ученых на мысль создать машину, которая могла бы перемещаться со значительным грузом и большой скоростью по рыхлому снегу. Машина, лежа на снежной поверхности широким днищем, будет отталкиваться от нее специальными приспособлениями. При весе, превышающем тонну, снегоход будет развивать скорость до 50 км/ч, что очень хорошо для подобных условий.

Может ли чему-нибудь научить людей обычная лягушка? Оказывается, может. При исследовании ее зрительных органов выяснилось, что лягушка обладает интересной особенностью. Она видит только движущиеся предметы. Это свойство очень помогает лягушке в поисках добычи. А инженеры, зная, как устроено зрение лягушки, создали прибор, регистрирующий только движущиеся предметы, например самолеты.

Вы включили радиоприемник и хотите послушать интересующую вас передачу. На вход приемника — его антенну — одновременно воздействует множество сигналов от разных передатчиков и источников помех. Вращая ручку настройки приемника, вы выделяете нужный сигнал из сложной совокупности помех. Чем больше помехи и чем слабее сигнал, тем труднее решить поставленную задачу, а иногда и вовсе не возможно. А ведь некоторые животные обладают удивительной способностью распознавать полезный сигнал. Летучие мыши во время своих полетов ориентируются по отражению издаваемых ими звуков. Человек их не слышит, так как частота этих звуков, называемых ультразвуками, значительно выше максимальной частоты, воспринимаемой нашим ухом. Летучие мыши превосходно отличают эхо собственного звука от гораздо более мощных звуков, издаваемых другими летучими мышами. Есть пещеры, в которых живет огромное число летучих мышей. Летая в тесной и темной пещере, они ухитряются никогда не сталкиваться друг с другом.

По мнению многих специалистов, способность выделять полезный сигнал из совокупности других сигналов у летучих мышей значительно выше, чем у существующих электронных устройств. Примечательно и то, что орган летучей мыши, испускающий ультразвуковой сигнал, весит всего около десятой доли грамма, а объем его составляет примерно 1 $см^3$. А современный обзорный аэродромный радиолокатор весит сотни килограммов, объем его составляет много кубических метров, причем его технические характеристики хуже, чем у «локатора» летучей мыши. Поэтому изучение «радарной установки» летучей мыши представляет для техники очень большой интерес.

Способность летучих мышей ориентироваться в пространстве по отражению испускаемых ими ультразвуков натолкнула конструкторов на мысль создать ультразвуковой «поводырь» для людей, лишенных зрения Подвешенный на груди слепого прибор испускает ультразвуковые волны и усиливает их отражение от какого-либо препятствия. В наушниках при этом возникает звук, тембр либо громкость которого меняется в зависимости от характера препятствия и расстояния до него.

Более десяти лет назад биологи обратили внимание на органы зрения мечехвоста — морского членистоногого. Сетчатка сложного глаза мечехвоста состоит из отдельных структурных элементов. Одни воспринимают более яркий свет, другие — более тусклый. Оказалось, что волокна зрительных нервов от элементов сетчатки, воспринимающих яркий свет, стремятся ослабить нервные сигналы от элементов, воспринимающих более тусклый свет. Благодаря этому значительно увеличивается разница в восприятии света различной яркости — яркий кажется более ярким, а тусклый — более тусклым. При расшифровке рентгенограмм, аэрофотоснимков и других фотодокументов часто очень важно увеличить контрастность. Для этой цели инженеры создали электронное устройство, моделирующее глаз мечехвоста.

Органы чувств и датчики автоматических систем

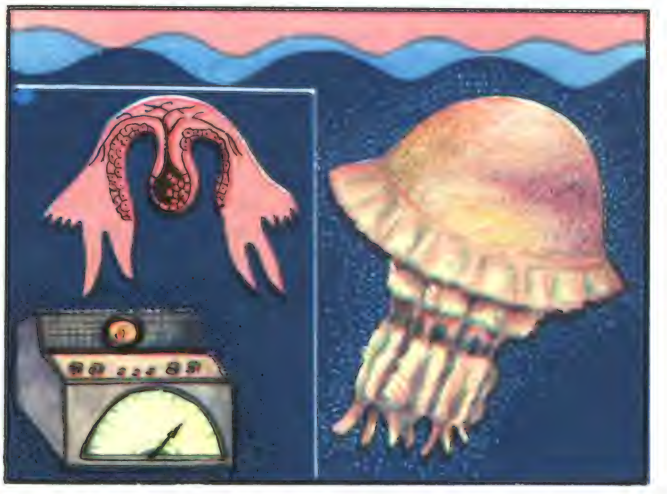
На фабриках и заводах, в исследовательских институтах и военном деле все шире используются разные автоматы. Часто автомат связан с окружающей средой или какой-нибудь внешней системой с помощью прибора, называемого датчиком. Датчик можно уподобить искусственному органу чувств. Чем совершеннее датчик, тем лучше будет работать вся автоматическая система. Поэтому естествен интерес к органам чувств различных животных. Ведь зачастую они обладают удивительными свойствами.

Представьте себе, что в Аральское море вылили четверть стакана пахучего вещества, а затем равномерно размешали его во всем объеме воды. Можно ли при такой ничтожной концентрации обнаружить присутствие пахучего вещества в воде? Оказывается, есть рыбы, обладающие органами, способными реагировать на такие мизерные количества вещества.

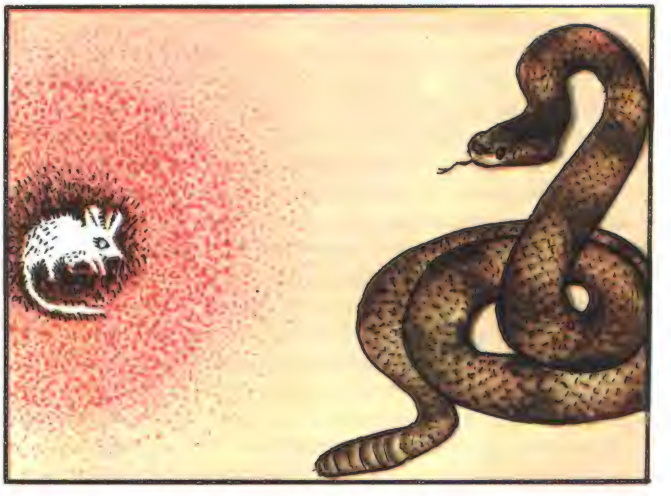
Некоторые морские животные задолго узнают о приближении бурь. Объясняется это их способно-

Глаз лягушки отсеивает информацию о неподвижных предметах и настраивается на движущиеся. Таким образом лягушка концентрирует свое внимание на добыче. Изучение этих особенностей глаза лягушки позволило создать прибор ретинатрон. Ретинатрон не реагирует на неподвижные предметы, находящиеся в поле зрения, и обеспечивает наблюдение за движущимися *(вверху справа* — схема устройства глаза лягушки).

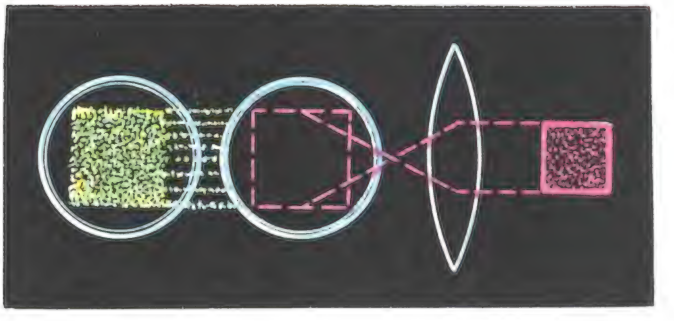
Медуза слышит недоступные человеку инфразвуки, возникающие от трения волн о воздух. «Инфраухо» медузы представляет собой стебелек, оканчивающийся шаром с жидкостью, в которой плавают камешки, опирающиеся на окончания нерва. Первой воспринимает «голос» шторма колба, наполненная жидкостью, затем через камешки этот «голос» передается нервам. Созданный человеком прибор, имитирующий орган слуха медузы, оповещает о наступлении шторма световым сигналом и указывает его мощность.



Новые возможности для инфракрасной техники может открыть исследование специального органа гремучих змей, который воспринимает тепловое излучение и реагирует на изменение температуры излучающего тела буквально на одну тысячную долю градуса. С помощью этого органа змея может находить свою жертву в темноте.



Созданная человеком система видения в темноте представляет собой сложное электронно-оптическое устройство немалого веса и объема. Она содержит специальные линзы, фокусирующие тепловые лучи, излучаемые предметом. Они попадают на входной экран ЭОПа — электронно-оптического преобразователя, чувствительного к тепловой энергии. Число выбиваемых из экрана ЭОПа электронов пропорционально интенсивности теплового излучения. Выбитые электроны направляются на выходной экран и создают на нем люминесцирующее изображение предмета.



Поразительным электролокатором обладает рыба мормирус. В основании хвоста у этой рыбы находится своеобразный генератор переменного тока. Разряжаясь, генератор создает вокруг мормируса электромагнитное поле. Если в нем оказывается какой-нибудь предмет, поле «искажается», что тотчас отмечается приемным устройством, расположенным на спине рыбы.

Летучая мышь во время полета ориентируется по отражению непрерывно создаваемых ею звуковых волн. Локационный аппарат мышей обладает большей точностью, чем созданные человеком радио- и гидролокаторы. Характерно и то, что точность обнаружения препятствий достигается даже при наличии шума, интенсивность которого во много раз превосходит интенсивность принимаемого сигнала.

стью слышать недоступные человеку звуки очень низких частот — инфразвуки, которые возникают благодаря трению волн о воздух (частота их составляет 8—13 колебаний в секунду, а человек воспринимает звуки, имеющие частоту выше 16—20 колебаний в секунду). Моделирование органа медузы, улавливающего инфразвуки, позволило создать техническое устройство, предупреждающее за много часов о наступлении шторма и указывающее направление, откуда этот шторм придет.

В Японии водятся рыбки, ощущающие малейший перепад давления надводной среды. Объясняется это устройством их плавательного пузыря. Они реагируют на изменение давления атмосферы порядка сотых долей миллиметра ртутного столба. В аквариуме эти рыбки начинают сильно волноваться при приближении бури. Это чрезвычайно чувствительный живой барометр.

Некоторые животные обладают органами чувств, которых нет у человека. Обнаружена чувствительность нескольких семейств рыб к электрическим полям, существующим в окружающей их среде. Особенно большой чувствительностью обладают нильские рыбы мормирусы. Если вблизи аквариума, в котором они находятся, расчесывать волосы гребенкой, то рыбки, улавливая возникающие при этом слабые электрические разряды, начинают метаться. Подсчитано, что мормирусы чувствуют изменение напряженности электрического поля величиной в три миллиардные доли вольта на миллиметр. Это фантастически малое изменение, которое очень трудно установить даже самыми чувствительными из существующих приборов. Такая способность мормирусов очень интересна для специалистов, занимающихся вопросами обнаружения предметов под водой.

Не меньший интерес для техники представляет и понимание принципов действия органов «губных ямок» гремучих змей, чрезвычайно чувствительных к тепловому излучению. Они способны реагировать на очень слабые изменения температуры, составляющие всего тысячные доли градуса, и при этом определять направление, в котором находится источник теплового излучения.

Мозг и электронная вычислительная машина

Опыт живой природы имеет особое значение для совершенствования электронных вычислительных машин (ЭВМ). Эти машины способны с 10—15-разрядными числами выполнять миллионы арифметических операций в секунду. Они позволяют экономить силы, ставить и решать самые трудоемкие задачи. Электронные вычислительные машины используют-

ся для управления быстро протекающими процессами, для планирования, прогнозирования и других операций. Они играют важную роль в освоении космического пространства.

Есть много общего в работе ЭВМ и функционировании нервной системы высших животных. Живые организмы и вычислительные машины содержат элементы, имеющие различное назначение (одни воспринимают информацию, другие выдают определенные команды, третьи выполняют эти команды), и линии связи, соединяющие эти элементы между собой. Только в электронных машинах для передачи информации служат электрические, а у животных — нервные импульсы, у первых роль линий связи играют металлические провода, а у вторых — нервные волокна и т. д.

Для того чтобы ЭВМ могла решить какую-либо задачу, ее нужно ввести в машину. С этой целью условия задачи преобразовывают в определенную систему сигналов, или, как говорят, кодируют. Необходимо, чтобы при кодировании не искажалась и не терялась информация, чтобы оно было возможно более экономным и т. д.

Природа дает совершенные образцы кодирования. Так, зрительный анализатор человека передает лишь те элементы изображения, в которых происходит изменение яркости. Если учесть, что значительная часть любого изображения состоит из однородных элементов, то станет очевидной выгода такого способа. Он заметно отличается от системы кодирования, принятой для передачи изображения в телевидении или по проводам: вне зависимости от характера изображения передаются все его элементы. Сейчас инженеры разрабатывают новый способ кодирования изображения.

В ЭВМ и других современных электронных устройствах огромное число различных элементов: транзисторов, электронных ламп, сопротивлений, конденсаторов. Иногда их сотни тысяч. Выход из строя почти любого из этих элементов приводит к неисправности всего технического устройства. А надежность работы, или компенсаторные возможности, центральной нервной системы животных и человека очень велики. Если удалить у животного часть мозговой массы, оставшаяся доля перестроит свои функции так, что вся система будет продолжать работать. Задача бионики состоит, в частности, в том, чтобы изучить и использовать принципы организации мозга для разработки новых систем ЭВМ. Выход из строя отдельных элементов не должен приводить к нарушению работы этих машин.

Многие бионические исследования направлены на создание устройств, которые могли бы непосредственно распознавать звуки, печатный или рукописный текст. Тогда не нужно было бы вводить задачу в ЭВМ при помощи кода, как это делается сейчас. В будущем на основе изучения зрительных и звуковых анализаторов человека и животных будут созданы устройства, благодаря которым ЭВМ смогут работать по речевой команде, воспринимать информацию непосредственно с текста и т. д. Уже сделаны успешные шаги в решении этих сложнейших задач. Созданы бионические машины, способные распознавать с большей надежностью цифры от 1 до 9, машины, распознающие буквы и слова, устройства, воспринимающие акустические сигналы.

Вопросы, которыми занимается бионика, можно разбить на три группы. К первой из них относятся те, для решения которых достаточно имеющихся знаний в области биологии. Ко второй группе относятся вопросы, решение которых можно искать, изучая живую природу, совершенствуя биологические знания. Наконец, есть вопросы, и, быть может, самые увлекательные, которые природа пока таит в себе. Они могут быть поставлены на повестку дня только тогда, когда окружающий нас мир животных и растений будет изучен еще более глубоко.

Задачи бионики решает сегодня многочисленная армия ученых. В будущем ее пополнят многие из тех, кто сидит сегодня за школьной партой,— ведь задачи эти неисчерпаемы.

Звук и организмы

Звук почти всегда сопутствует жизни. Для растений, животных и человека это один из факторов внешней среды. *Звуком* называются такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20 000 колебаний в секунду). Колебания большей частоты называются *ультразвуком*, меньшей — *инфразвуком*.

Источники колебательных движений в природе самые разнообразные. Инфразвуки издают море,

осыпающиеся горные породы, работающие тормоза, некоторые моллюски, рыбы; инфразвуки возникают при полете птиц. Звуки рождаются в разнообразных природных процессах, при работе машин и механизмов, их издают животные, произвольно и непроизвольно. Ультразвуки возникают при ветре, морском прибое, в лабораторных условиях, их издают бабочки, цикады, дельфины и др. Грозовой разряд и землетрясение — почти универсальные природные источники звуковых колебаний от инфразвука до ультразвука.

Звук для живого организма — это прежде всего сигнал о происходящих вокруг него событиях.

В основе действия звука (будем так для краткости называть весь диапазон колебаний) на организм лежит поглощение им энергии звуковой волны. Если при поглощении энергии звуковой волны в организме за счет этой энергии происходят изменения, мы говорим об *энергетическом* действии звука. Таково, например, действие мощного потока ультразвуковых волн на клетку: под влиянием поглощенной энергии клетка как бы взрывается и разваливается на части. Если же поглощенная звуковая энергия очень мала по сравнению с энергией и характером ответного действия живого объекта, мы говорим об *информационном* действии звука. Например, шорох от пробегающей мыши, достигнув уха кошки, вызовет с ее стороны целый ряд ответных реакций: она настораживается, потягивается, подкрадывается и т. д. Все эти действия совершаются, конечно, не за счет ничтожной в данном случае энергии звука.

Однако дело не всегда обстоит так просто. Например, воздействие музыки на организм имеет далеко еще не выясненную биофизическую основу.

Чаще всего в природе встречается информационное действие звука. Оно возможно для тех существ, у которых в процессе эволюции выработалась способность к образованию рефлекторных или условнорефлекторных связей. У растений нет нервной системы. Поэтому способность к образованию таких связей у них лишь в зачатке. Однако росянка и мимоза, например, реагируют на сильный звук, направленный на их лист. Мимоза реагирует на звук вследствие сотрясения воздуха и вслед за ним листа (см. ст. «Движения растений»), насекомоядное растение росянка — по другой причине. Под действием сильного звука, направленного на лист, она складывает его, как если бы там находилось насекомое. Причина такой реакции листа — давление, производимое сильным звуком. В этом случае основа его действия почти та же, что и на специализированные слуховые устройства у животных.

В жизни животных информационное действие звука играет огромную роль. Звук — это сигнал и об опасности, и о состоянии организма, и о характере его деятельности, и о направлении поиска, сигнал угрозы, призыв о помощи и т. д. Ультразвуковой диапазон успешно используют летучие мыши и дельфины как средство локации. Непрерывно посылая в пространство ультразвуковые волны и ловя их отражение, они устанавливают положение своего тела в пространстве относительно окружающих предметов и находят пищу. Узнавая сигналы животных, человек иногда использует их в своих целях. Например, с помощью магнитофона, на ленте которого записан сигнал грачей «Опасность!», удается очистить от них территорию вблизи аэродромов, где скопление этих птиц создает угрозу для взлетающих и садящихся самолетов. Если их засосет в сопла реактивных двигателей, произойдет авария.

Однако во многих случаях неясно, имеем мы дело с информационным или энергетическим действием звука. Слуховой аппарат животных приспособлен, как правило, к восприятию сравнительно тихих звуков. Ведь в природе громкие звуки редки, шум относительно слаб или непродолжителен, внезапно появляющийся новый звук чаще всего слаб. Такое сочетание звуковых раздражителей дает животному время, необходимое для оценки их характера и формирования ответной реакции. Поэтому звуки большой мощности, обычно неестественные и изредка естественные (например, при падении метеорита, разряде молнии, извержении вулкана), поражают слуховой аппарат и нервные центры животных. Следствием этого может быть глухота, общий шок. Если громкость звука достаточно велика, он может вызвать у животного болевые ощущения. Внезапно возникший звук, если он достаточно силен по сравнению с окружающим звуковым фоном, может привести к самым неожиданным на первый взгляд последствиям. Так, например, у оленей и антилоп, живущих в условиях повышенной опасности, внезапно возникший звук может вызвать даже разрыв сердца или паралич конечностей.

Длительный шум неблагоприятно влияет на орган слуха, понижая чувствительность к звуку. Он приводит к расстройству деятельности сердца, печени, к истощению и перенапряжению мозговых клеток. Ослабленные клетки коры головного мозга не могут достаточно четко координировать работу различных систем организма. Отсюда возникают нарушения их деятельности.

Таким образом, необычность звуковой информации, к переработке которой организм не подготовлен в процессе эволюции, приводит к расстройству органов слуха и связанных с ним нервных центров.

Для организмов с пониженным слуховым восприятием и невысоким уровнем развития нервных связей (глухих животных, низших насекомых и т. д.) последствия звукового воздействия незначительны.

Прямое энергетическое воздействие звука в природе почти не встречается. Изучать его очень сложно из-за повышенной чувствительности слухового аппарата к определенному диапазону звуковых волн. Выяснить его непосредственное действие на организм можно, только отключив или изолировав орган слуха. Поэтому ученым удалось сделать лишь разрозненные наблюдения, как действуют инфразвук и звук большой мощности (ватты и десятки ватт на квадратный сантиметр). Это действие, как правило, крайне неблагоприятно: прорастание семян задерживается, у животных нарушается работа кроветворных органов, развитие микроорганизмов тормозится.

Лучше изучено действие ультразвуковых колебаний, особенно больших частот (порядка десятков и сотен тысяч герц). В зависимости от мощности звукового потока, частоты колебаний, длительности воздействия, природы и состояния организма оно может быть стимулирующим, тормозящим, смертельным.

Так, при действии ультразвука интенсивностью 5—6 Вт/см^2, частотой 380 кГц в течение 2 мин в воде из отстойного бассейна погибали почти все растения и животные — циклопы, дафнии, диатомовые водоросли, коловратки, мелкие пиявки, крупные водоросли. При этом раковины оказывались продырявленными, содержимое клеток раздробленным, а сами клетки разорванными. Это свойство ультразвука применяется иногда для стерилизации воды, для очистки подводных сооружений в портах и подводной части кораблей от водорослей и ракушек. Однако некоторые организмы, например сформировавшиеся яйца аскарид, удивительно устойчивы к воздействию ультразвука. Это объясняется тем, что газовая прослойка в скорлупе яйца почти полностью отражает звуковую энергию.

На семена некоторых растений ультразвук оказывает стимулирующее действие. Сухие семена кукурузы облучали ультразвуком частотой 710 кГц, интенсивностью 12 Вт/см^2 и затем проращивали. Оказалось, что энергия прорастания у таких семян много выше, чем у контрольных, они быстрее набухают. Как и в случае с другими организмами, прочная оболочка семян снижает степень стимулирующего и угнетающего действия ультразвука. Можно подобрать такие ультрачастоты, которые будут поглощаться почти полностью оболочкой семени. В этом случае, если плотная оболочка является основным препятствием для прорастания семян (у вишни, бересклета), действие ультразвука приводит к ускоренному прорастанию семян.

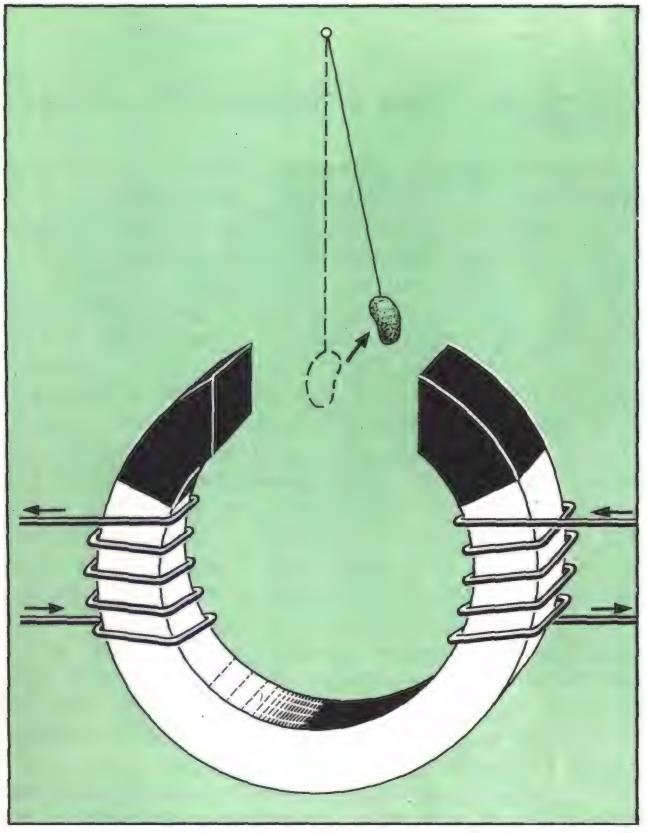
Механизмы действия ультразвука на живые организмы крайне многообразны. Это и мгновенное образование пузырьков газа в жидкой фазе клетки, обладающих взрывным действием, и произвольные разрывы полимерных молекул белков и нуклеиновых кислот, и образование вихревых потоков, в которые вовлекаются клеточные органеллы, и разрушение ферментов. Нужно изучать действие ультразвука на живые организмы, чтобы направленно использовать его в народном хозяйстве и чтобы применение ультразвука в технике было безопасным для человека.

Магнитобиология

Науку, которая изучает действие магнитного поля на живые существа, называют *магнитобиологией*. Она сложилась лишь в последние 10—15 лет. В эти годы возрос интерес к биологическому действию магнитного поля. Причиной тому были полеты человека в космос и усиленное применение магнитных полей в промышленности. Рождению новой науки способствовало бурное развитие молекулярной биологии, биохимии и биофизики.

Все вещества обладают магнитными свойствами, только выражены они у них в разной степени. Об этом уже более века назад было известно великому английскому ученому Майклу Фарадею. Наиболее четко эти свойства выражены у железа, кобальта, никеля и некоторых сплавов, а также у систем, по которым течет электрический ток. У большинства веществ эти свойства настолько слабы, что установить их можно лишь с помощью особых приборов, например магнитных весов.

При исследовании на магнитных весах вещество помещается в зазор между полюсами электромагнита или вблизи него. Обычно в зазоре, а в особенности вблизи него, магнитное поле неоднородное, т. е. разное по величине и направлению в соседних



точках. Если при включении электромагнита вещества притягиваются в область наиболее сильного поля, их называют *парамагнитными*, а если выталкиваются — *диамагнитными*. Магнитные свойства биологических объектов зависят от их состава и состояния. Так, например, сухие зерна ржи и пшеницы чаще диамагнитны, но иногда из-за большого содержания в них железа и некоторых микроэлементов они могут быть и парамагнитны.

Если подвесить семя боба на тонкой нити вблизи зазора сильного электромагнита, то при включении магнитного поля семя это отбрасывается наружу и повисает в воздухе под некоторым углом к первоначальному вертикальному положению. Оно диамагнитно. Такая реакция на магнитное поле называется магнитомеханической и свойственна в равной степени и живым существам и веществам. Внутри живой клетки при магнитомеханической реакции может происходить смещение органелл (частей клетки, выполняющих различные жизненные функции) или других частиц, например крахмальных зерен.

Английским ученым удалось установить, что в сильном неоднородном магнитном поле кончик корня кресс-салата изгибается в сторону поля наименьшей напряженности именно потому, что зерна крахмала в чувствительной зоне корешка смещаются в цитоплазме к одной из стенок клетки. Под влиянием возникающего давления, а за ним раздражения эта часть клетки замедляет рост, и кончик корня изги-

Семя боба, подвешенное на тонкой нити вблизи зазора сильного электромагнита, при включении магнитного поля отклоняется под некоторым углом.

Так наблюдают за ростом корешка в магнитном поле.

бается. Так магнитомеханическая реакция превращается в физиологическую. Явление изгибания корешка в магнитном поле назвали *магнитотропизмом*.

Известны по крайней мере три вида магнитотропизмов: 1) реакция корней на неоднородность поля, о которой мы говорили выше; 2) реакция корешка прорастающего семени на ориентацию зародыша семени к северу или к югу, открытая советскими учеными А. В. Крыловым и Г. А. Таракановой; 3) реакция ориентации корневой системы растений в естественных условиях относительно силовых линий земного магнитного поля, исследования которой успешно ведутся в Советском Союзе и Канаде. Механизм изгибания корней в первом случае ученые смогли объяснить, но два других наблюдаемых явления пока остаются загадкой. Это не мешает ученым делать практические выводы. Например, если у какого-нибудь сорта пшеницы или сахарной свеклы (такие сорта есть в Канаде и США) ориентация корневой системы относительно магнитного меридиана выражена в достаточной степени, нужно вносить удобрения поперек направления этой ориентации. В этом случае минеральные удобрения используются растением наиболее полно и экономно.

Пока магнитотропизм наблюдали только у растений, и совершенно неизвестно, есть ли он у сидячих животных форм. Зато у животных хорошо изучена другая форма реакции на направление магнитного поля — направленные движения, или *магнитотаксисы*.

Так, например, при определенной напряженности магнитного поля инфузории-туфельки чаще собираются у южного полюса магнита, чем у северного, а некоторые виды насекомых, моллюсков и червей предпочитают располагать свое тело при движении или отдыхе определенным образом относительно силовых линий земного магнитного поля. Более того, ученые предполагают, что способность некоторых птиц, например голубя, и рыб, например угря, чувствовать слабые магнитные поля помогает им

ориентироваться при перелетах или при движении к местам нереста.

Магнитобиологи не ограничиваются изучением тропизмов и таксисов в магнитном поле. Они стараются выяснить, какие физиологические сдвиги происходят в организме, когда его помещают в поле, отличное от земного (меньше или больше его), и какими изменениями в организме эти сдвиги сопровождаются.

Простой, казалось бы, вопрос: может ли организм существовать без земного магнитного поля? А чтобы ответить на него, ученым пришлось решать еще два вопроса: может ли организм существовать в среде с нулевым внешним магнитным полем? Может ли он существовать в ослабленном в той или иной степени магнитном поле?

Ответить на первый из них чрезвычайно трудно, так как пока технически невозможно создать на длительное время участок пространства, где были бы все условия естественной внешней среды, кроме земного магнитного поля. Однако ученым удалось ответить на второй вопрос, а косвенно это дает возможность ответить и на первый.

Оказалось, что при постепенном снижении напряженности земного магнитного поля (в пределах Москвы оно равно примерно 0,5 Э (эрстед) в 10, 100 и даже в 1000 раз многие растения и животные вовсе не плохо себя чувствуют. Огурцы и редис, например, ускоряют рост, а вот кукуруза и ячмень замедляют. Но если и дальше снижать напряженность магнитного поля и удлинять сроки пребывания в нем живых организмов, у них появляются и развиваются неблагоприятные признаки. У растений начинают утолщаться клеточные стенки, у животных — кожные покровы, клетки начинают неправильно делиться, у некоторых видов почвенных микроорганизмов образуются гигантские клетки, задерживается образование разных тканей в корнях пшеницы (так называемая дифференциация тканей), поверхность покрывается своеобразными опухолями, у мышей начинается облысение. Интересно, что в первую очередь на ослабление магнитного поля реагируют наиболее сложно устроенные, многоклеточные организмы и уже потом одноклеточные. На развитии некоторых из них, например водоросли хлореллы, снижение поля в 10 тыс. раз на протяжении 5 недель никак не сказалось. Таким образом, уже сейчас можно утверждать, что магнитное поле Земли необходимо для нормального существования большого числа животных и растений.

Ну а как реагируют живые организмы на увеличение напряженности магнитного поля по сравнению с земным?

Оказывается, что нарисовать общую картину происходящих с организмами изменений — задача очень сложная. Например, слабые магнитные поля, в 20—200 раз превышающие силу земного магнитного поля, стимулируют рост корней растений, подавляют потребление кислорода и выделение углекислоты на первых этапах прорастания семян. Поля, в тысячи раз превышающие земное, тормозят рост растений и многих микроорганизмов, задерживают развитие злокачественных опухолей, препятствуют нормальному ходу клеточного деления, вызывают нарушение кровообращения и расстройство деятельности выделительной, кроветворной, нервной и пищеварительной систем у подопытных животных (белых мышей и крыс). В зависимости от величины напряженности поля, длительности пребывания в нем организма и его состояния (молодой организм или старый, находится он в покое или в состоянии активной деятельности) последствия пребывания в поле могут быть обратимыми или необратимыми. Иногда, правда крайне редко, наблюдается даже смертельный исход.

Речь шла только о действии постоянного магнитного поля. А ведь виды переменных магнитных полей более многочисленны и разнообразны, так же разнообразно их действие. Магнитобиологи сосредоточили свое внимание на постоянном магнитном поле потому, что механизм и природа его действия остаются во многом загадочными для нас и до сих пор. Его даже называют «странным раздражителем».

Долго ученые не могли выработать у животных на него условный рефлекс, и лишь в 1958 г. советскому ученому Ю. А. Холодову и американскому ученому Лиссману удалось это сделать на рыбах (на карасе, карпе и нильской рыбке мормирусе). Оказалось, что магнитное поле действует на животных как минуя нервную систему, так и через нее. При этом неожиданно выяснилось, что прежде всего действие поля воспринимает промежуточный мозг, а именно один из его отделов, называемый гипоталамусом.

Что же дает изучение биологического действия магнитного поля? Во-первых, оно говорит о том, что любой фактор внешней среды, как бы слаб и незначителен на первый взгляд он ни был, оставляет свой след в процессе эволюции живых форм. Во-вторых, оно дает возможность ученым еще с одной стороны заглянуть в тайны организации жизни, открывает исследователям новые, еще не изученные способы построения магниточувствительных систем. И в-третьих, указывает на не использованные до сих пор резервы сельскохозяйственного производства.

Биологические часы

М. М. Пришвин в рассказе «Золотой луг», вспоминая свое детство, писал: «...раз мне удалось сделать открытие. Мы жили в деревне, перед окном у нас был луг, весь золотой от множества цветущих одуванчиков... Все говорили: «Очень красиво. Луг золотой». Однажды я рано встал удить рыбу и заметил, что луг был не золотой, а зеленый. Когда же я возвращался около полудня домой, луг был опять весь золотой. Я стал наблюдать. К вечеру луг опять позеленел. Тогда я пошел, отыскал одуванчик, и оказалось, что он сжал свои лепестки, все равно как если бы у нас пальцы со стороны ладони были желтые и, сжав пальцы в кулак, мы закрыли бы желтое. Утром, когда солнце взошло, я увидел, как одуванчики раскрывают свои ладони, и от этого луг становится опять золотым. С тех пор одуванчик стал для нас одним из самых интересных цветов, потому что спать одуванчики ложились вместе с нами, детьми, и вместе с нами вставали».

Маленький Пришвин сделал открытие, которое раньше его сделали многие ученые, а еще раньше — простые земледельцы. Оказывается, цветки в течение суток способны открываться и закрываться.

В 1755 г. знаменитый шведский ботаник К. Линней устроил в ботаническом саду в Упсале цветочные часы, или часы флоры, в виде клумбы. На ней голубые соцветия цикория и розовые цветки шиповника раскрывались в 4—5 ч утра, соцветия одуванчика — в 5—6 ч. Несколько позднее, в 6—7 ч утра, раскрывались цветки картофеля, а еще позднее, в 9—10 ч,— соцветия ноготков, цветки красной смолевки, кислицы. Вечером цветки последовательно закрывались. На этикетках было указано, в какие часы открываются и закрываются цветки или соцветия каждого растения. В зависимости от широты места время, в которое открываются и закрываются цветки, меняется.

Есть в природе и звучащие «живые часы». Весной и летом можно легко определить время по пению птиц. Соловей просыпается в начале второго часа ночи. В 2—3 ч утра начинает петь полевой жаворонок. В 5 ч просыпается зяблик. А вот воробей, живущий рядом с человеком, просыпается поздно — в 6 ч. Самый верный утренний будильник — петух, причем не только весной и летом, а в любое время года.

Выходит, что растения и животные «знают» время? Да, только измеряют его особые часы — биологические. Биологическими часами обладают все организмы — растения, насекомые, птицы, рыбы, млекопитающие, в том числе и человек.

Человек настолько привык пользоваться искусственными часами, что очень редко прибегает к естественным «головным» часам. Однако многие люди обладают очень точным чувством времени. Великий физиолог И. П. Павлов говорил: «Как мы отличаем время? Мы делаем это при помощи разных циклических явлений, захода и восхода солнца, движения стрелок по циферблату и т. д. Но ведь у нас в теле этих циклических явлений тоже немало. Головной мозг за день получает раздражения, утомляется, а затем восстанавливается. Пищеварительный канал то периодически занят пищей, то освобождается от нее. И так как каждое состояние органа может отражаться на больших полушариях (мозга), то вот и основание, чтобы отличать один момент времени от другого».

В наше время эти слова ученого получили полное подтверждение. Доказано, что у позвоночных животных и человека центр, управляющий биологическими часами всех тканей и органов тела, находится в центральной нервной системе — в мозгу. Мозг связан с особыми органами — железами внутренней секреции. Они выделяют активные вещества — *гормоны*. С помощью гормонов нервная система управляет суточным ритмом всех процессов, идущих в теле человека и животных. Так, например, свет, воспринимаемый глазом, возбуждает симпатическую нервную систему, а она заставляет надпочечники выделять в кровь гормон адреналин. Темнота возбуждает парасимпатическую нервную систему, под действием которой гипофиз повышает выработку меланофорного гормона. Соотношение концентраций этих двух гормонов определяет периодичность работы всех органов тела животных и человека — мозга, сердца, легких, желудка, печени, почек и др. Периодичность работы этих органов связана с периодичностью процессов работы и отдыха, ускорения и замедления питания составляющих их клеток.

В сложном организме человека свыше 40 периодически повторяющихся процессов. Это усиление и ослабление работоспособности различных органов (мозга, сердца, почек, легких, желудка, кишечника, печени), понижение и повышение в составе крови и лимфы концентрации различных веществ и т. п. У животных и людей внутренние периодические движения совершаются с несравненно большей частотой, чем у растений. Например, сердце человека сокращается более чем 60 раз в минуту, а у маленькой синички-московки — до 1200 раз в минуту.

У растений свет и темноту воспринимает каждая клетка. Особый пигмент — *фитохром* заряжается положительно под действием изменений спектрального состава света при восходе солнца и теряет положительный заряд под действием изменений све-

тового спектра при закате солнца. Передача возбуждения от пигмента к плазме клеток происходит при участии того же вещества (ацетилхолина), которое служит переносчиком возбуждения в нервной системе животных. С помощью фитохрома клетки растений могут как бы отсчитывать «светлое» и «темное» время.

Установлено, что у растений есть 13 физиолого-биохимических процессов, протекающих в их организме с определенным ритмом, т. е. с размеренным чередованием усиления и ослабления. Например, открывание и закрывание цветков, замыкание и размыкание устьиц, усиление и ослабление фотосинтеза, транспирации, дыхания и т. п. В Индии есть растение десмодиум, которое постоянно через каждые 1,5—2,5 мин то поднимает, то опускает свои прилистники. Эти движения — следствие постоянной пульсации плазмы в клетках растения.

Чередование (смена) периодов усиления и ослабления того или иного физиологического процесса невозможно без способности измерять время. Эта способность живых организмов, зависящая от наследственных особенностей и от внешних условий (нормальное питание, дыхание, смена дня и ночи, времен года), и называется *биологическими часами*.

Обычные часы заводятся при помощи пружины, а биологические — с помощью энергии, образующейся при питании и связанном с ним дыхании. Если растение поместить в постоянную темноту, то в течение нескольких суток его листья сохраняют свойственную им периодичность движений. Однако вскоре она утрачивается, так как без света нарушается питание клеток, тканей и органов растения.

Учение о периодических изменениях в ходе физиологических процессов у растений, животных и человека называется *биоритмологией*, т. е. учением о жизненных ритмах.

В течение многих миллионов лет животные, растения и человек приспособились к суточной смене условий (дня и ночи) и к годичной смене условий (времен года). Они приобрели биологические часы и биологический календарь, свой особый ритм жизни, т. е. размеренное чередование периодов активности и отдыха, соответствующее периодическим явлениям во внешней среде.

У всех организмов в процессе эволюции сложились суточные и сезонные (годичные) ритмы жизни. Суточные ритмы проявляются в смене сна и бодрствования у животных, в открывании и закрывании цветков у растений, в суточном ритме самых разнообразных процессов у тех и других. Годичные ритмы у однолетних растений проявляются в ежегодном повторении всего жизненного цикла (см. ст. «Рост и развитие растений»), а у многолетних растений — в ежегодном цикле жизни побегов (весеннее распускание почек, цветение, плодоношение, осенний листопад). У животных также имеются годичные циклы, например у перелетных птиц весеннее

Цветочные часы: *вверху слева направо* — цикорий, шиповник, мак, одуванчик картофель; *внизу* — лен, белая кувшинка, красная смолевка, ноготки, кислица (на стрелках указано время открывания и закрывания цветков).

возвращение на место гнездования, выведение птенцов, осенний отлет в другие края и т. п.

Изучение биологических ритмов имеет большое теоретическое и практическое значение. Знать ритмы жизни домашних животных необходимо для того, чтобы правильно ухаживать за ними: правильно кормить, чередовать периоды активности и отдыха. От этого зависит продуктивность домашних животных, например яйценоскость у кур. Знать ритмы жизни у диких животных полезно охотникам и рыболовам для успешной охоты и рыбной ловли. Специалистам по борьбе с вредными насекомыми, грызунами, хищниками надо точно знать биологический календарь, т. е. сезонные изменения активности тех или иных животных, и их биологические часы, т. е. суточные колебания физиологических процессов.

Очень важно знать биологические ритмы жизни растений. Можно заставить южные растения цвести на севере, давая им укороченный день и удлиненную ночь, т. е. условия, к которым они приспособились у себя на родине. Напротив, растения севера можно заставить цвести на юге, давая им дополнительное освещение и укорачивая период темноты. Чтобы успешно бороться с сорняками с помощью гербицидов, надо знать время максимальной чувствительности тех или иных сорняков к гербицидам и время минимальной чувствительности к ним культурных растений.

Очень важное значение имеют данные биоритмологии для человека. Так, лечение многих болезней состоит в налаживании нормального ритма работы сердца, легких, желудка, кишечника и в особенности центральной нервной системы.

Симметрия в живой природе

Прежде всего познакомимся с основными понятиями теории симметрии. Какие тела обычно считают равными? Такие, которые совершенно одинаковы, или, точнее, которые при взаимном наложении совмещаются друг с другом во всех своих деталях, как, например, два лепестка на рисунке 1, *а*. Однако в теории симметрии помимо такого *совместимого* равенства выделяют еще два вида равенства — *зеркальное* и *совместимо-зеркальное*. При зеркальном равенстве левый лепесток рисунка 1, *б* можно точно совместить с правым лепестком, лишь отразив его предварительно в зеркале. Если же два тела можно совместить друг с другом как до, так и после отражения в зеркале, это совместимо-зеркальное равенство. Лепестки на рисунке 1, *в* равны друг другу и совместимо и зеркально.

Но наличия одних равных частей в фигуре еще недостаточно, чтобы признать фигуру симметричной: на рисунке 1, *г* лепестки венчика цветка расположены хаотично, незакономерно и фигура несимметрична, внизу (*д*) лепестки расположены однообразно, закономерно и венчик симметричен. Такое *закономерное, однообразное расположение равных частей фигуры относительно друг друга и называют симметрией.*

Равенство и однообразие расположения частей фигуры выявляют посредством операций симметрии. Операциями симметрии называют повороты, переносы, отражения и их комбинации. Под *поворотами* понимают обычные повороты вокруг оси на 360°, в результате которых равные части симметричной фигуры обмениваются местами, а фигура в целом n раз совмещается с собой. Ось, вокруг которой происходит поворот, называется *простой осью симметрии* (n). Это название не случайное, так как в теории симметрии различают еще и сложные оси различного рода. Число совмещений фигуры с самой собой при одном полном обороте вокруг оси (n) называется *порядком оси*. На рисунке 2 изображены объекты, которые имеют лишь одну простую ось симметрии того или иного порядка. Такой вид симметрии называется *осевой* или *аксиальной*.

Под *отражениями* понимают любые зеркальные отражения — в точке, линии, плоскости. Воображаемая плоскость, которая делит фигуры на две зеркальные половины, называется *плоскостью симметрии*. Каждая из изображенных на рисунке 3 фигур — рак, бабочка, лист растения — обладает лишь одной плоскостью симметрии, делящей ее на две зеркально равные части. Поэтому данный вид симметрии в биологии называется *двусторонней* или *билатеральной*.

На рисунке 4 изображены тела, обладающие уже не одной, а четырьмя плоскостями симметрии, пересекающимися на оси четвертого порядка. Симметрию таких тел можно обозначить так: $4 \cdot m$. Цифра 4 здесь означает одну ось симметрии четвертого порядка, а m — плоскость, точка — знак пе-

Рис. 1. Пары лепестков: *а* — совместимо равные; *б* — зеркально равные; *в* — и совместимо и зеркально равные. Фигуры из пяти лепестков: *г* — расположенных относительно друг друга хаотично; *д* — закономерно. Верхняя фигура асимметричная, нижняя — симметричная.

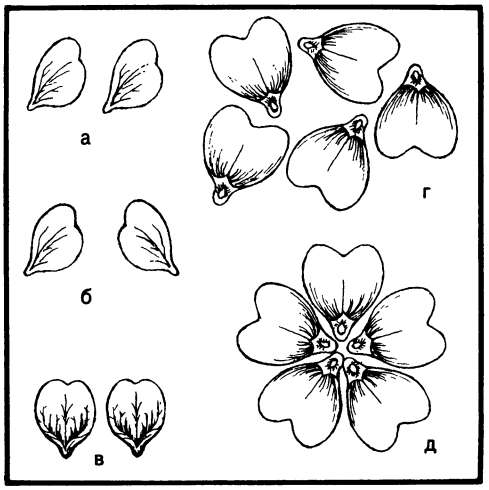
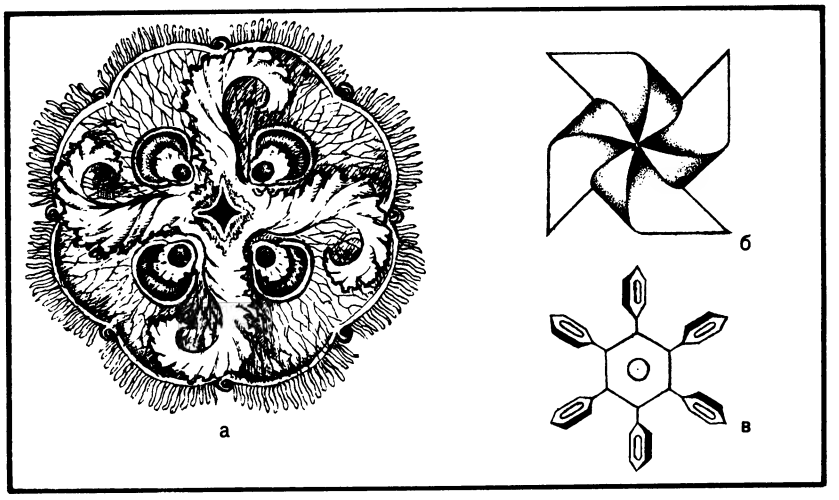


Рис. 2. Аксиальная симметрия: *а* — медуза аурелия инсулинда; *б* — детская вертушка; *в* — молекула химического соединения. При повороте этих фигур на 360° равные части фигур совпадут друг с другом соответственно 4, 4, 6 раз.



ресечения четырех плоскостей на этой оси. Общая формула симметрии таких фигур записывается в виде $n \cdot m$, где n — символ оси, m — символ плоскости; n может быть равно 1, 2, 3, ... В биологии симметрия $n \cdot m$ называется *радиальной* (из-за целого веера пересекающихся на оси плоскостей). Понятно, что билатеральная симметрия — частный случай радиальной, так как в этом случае $m = 1 \cdot m$.

Переносы — это перемещения вдоль прямой *AB* на расстояние *a*. Такая операция применима лишь для объектов, вытянутых в одном особенном направлении *AB*. Наименьший путь *a*, который должен быть пройден рядом фигур, прежде чем произойдет самосовмещение, называется *элементарным переносом*. Операции переноса также соответствует особый элемент симметрии — *ось переносов* (*a*): прямая *AB* или любая прямая, параллельная *AB*. Ось переносов (*a*) присуща только бесконечным фигурам, тем, которые бесконечно вытянуты лишь в одном особенном направлении (типа «стержней»), в двух особенных направлениях (типа «слоев»), в трех особенных направлениях (типа «кристаллов»). При этом считается, что телам, не вытянутым бесконечно ни в одном особенном направлении (типа изображенных на рисунках 2, 3, 4, 5), присуща нульмерная симметрия; телам, вытянутым в одном особенном направлении,— одномерная симметрия, в двух — двумерная симметрия, в трех — трехмерная симметрия. А теперь каждую из этих симметрий рассмотрим по порядку.

Нульмерная симметрия, как уже говорилось, присуща телам, бесконечно не вытянутым ни в одном особенном направлении. Очевидно, такова симметрия отдельной буквы А, отдельного атома углерода (С), листа растения, моллюска, человека, молекулы углекислого газа (CO_2), воды (H_2O), Земли, Солнечной системы. Сюда же относятся некоторые исключительно симметричные примитивные организмы (рис. 5). Теоретически возможно бесчисленное множество видов нульмерной симметрии. Однако практически в живой природе наиболее распространенными оказываются уже известные нам симметрии вида n и $n \cdot m$ и особенно частный случай последнего вида: $1 \cdot m = m$. Любопытно, что двусторонняя симметрия m в неживой природе не имеет преобладающего значения, но зато чрезвычайно богато представлена в живой природе. Она характерна для внешнего строения тела человека, млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб, многих моллюсков, ракообразных, насекомых, червей, а также многих растений, например цветков львиного зева.

Полагают, что такая симметрия связана с различиями движений организмов вверх — вниз, вперед — назад, тогда как их движения направо — налево совершенно одинаковы. Нарушение билатеральной симметрии неизбежно приводит к торможению движения одной из сторон и изменению поступательного движения в круговое. Поэтому не случайно активно подвижные животные двусторонне симметричны. Но такой вид симметрии встречается и у неподвижных организмов и их органов. Она возникает в этом случае вследствие неодинаковости условий, в которых находятся прикрепленная и свободная стороны. По-видимому, так объясняется билатеральность некоторых листьев, цветков и лучей коралловых полипов.

Одномерная симметрия присуща телам, во-первых, вытянутым в одном каком-либо особенном направлении, во-вторых, вытянутым в этом направле-

Рис. 3. Двусторонняя, или билатеральная, симметрия. Через середины фигур — рака, бабочки, листа растения — проходит плоскость симметрии, делящая каждую из фигур на две зеркальные половины.

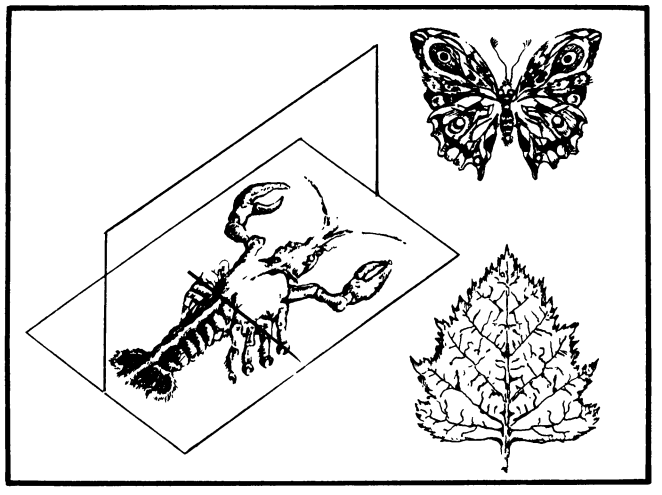


Рис. 4. Радиальная симметрия: *а* — цветок растения; *б* — гидромедуза клиция; *в* — схема четырех плоскостей симметрии, проходящих через фигуры *а* и *б*. Они имеют одну ось симметрии четвертого порядка и четыре пересекающиеся плоскости отражения.

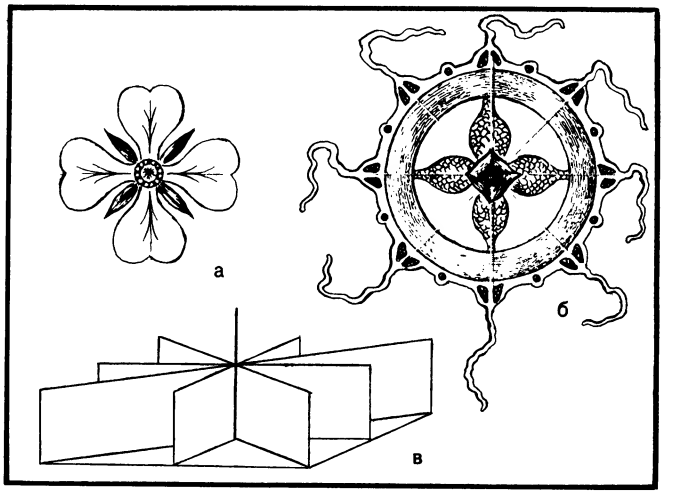
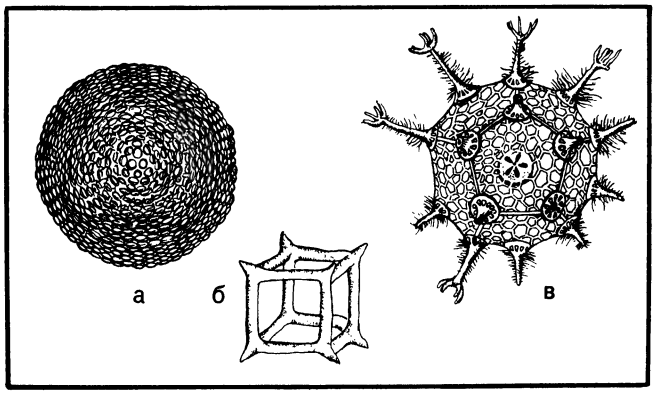


Рис. 5. Совершенные нульмерно-симметричные примитивные организмы — радиолярии: *а* — шарообразная, содержащая бесконечное число осей бесконечного порядка + бесконечное число плоскостей симметрии + центр симметрии; *б* — кубическая, характеризующаяся симметрией куба, исчерпываемой 3 осями четвертого порядка + 4 осями третьего порядка + + 6 осями второго порядка + + 9 плоскостями + + центром симметрии; *в* — додекаэдрическая, характеризующаяся симметрией правильных многогранников — додекаэдра и икосаэдра, исчерпываемой 6 осями пятого порядка + 10 осями третьего порядка + 15 осями второго порядка + + 15 плоскостями + + центром симметрии.



нии благодаря монотонному повторению — «размножению» одной и той же части. Такова, например, симметрия бесконечной линейной совокупности одних и тех же букв А: ... АААААА... Из биологических объектов такую симметрию имеют наиболее важные для обмена веществ полимерные цепные молекулы белков, нуклеиновых кислот, целлюлозы, крахмала; вирусы табачной мозаики, побеги традесканции, отрезки тела полихет и многих других животных (рис. 6). Наконец заметим, что симметрия молекулы ДНК, вируса табачной мозаики обусловлена переносом + поворотом. Поэтому их симметрия и содержит винтовую ось соответствующего вида. Симметрия же побега традесканции обусловлена переносом + отражением, т. е. она ограничивается лишь одной плоскостью скользящего отражения.

Двумерной симметрией обладают тела, во-первых, вытянутые в двух взаимно перпендикулярных направлениях, во-вторых, вытянутые в этих направлениях благодаря «размножению» одной и той же части. Такова, например, симметрия бесконечной двумерной совокупности букв А типа $\begin{matrix}\cdots\cdots\\ \ldots AAA\ldots\\ \ldots AAA\ldots\\ \cdots\cdots\end{matrix}$ и бесконечного шахматного поля, построенного бесконечным повторением черного и белого квадратиков в двух направлениях, перпендикулярных друг другу. Из биологических объектов такую симметрию имеют плоские орнаменты граней кристаллов ферментов, чешуй рыб, клеток в биологических срезах, мозаичного взаиморасположения листьев, «электронных картин» поперечного среза мышечной фибриллы, однородных сообществ организмов, складчатых слоев полипептидных цепей (рис. 7).

В заключение заметим: и двумерная симметрия и трехмерная характеризуются теми же элементами симметрии, что и нульмерная и одномерная.

Трехмерная симметрия присуща телам, во-первых, вытянутым в трех взаимно перпендикулярных направлениях, во-вторых, вытянутым в этих трех направлениях благодаря монотонному повторению одной и той же части. Такова симметрия биологи-

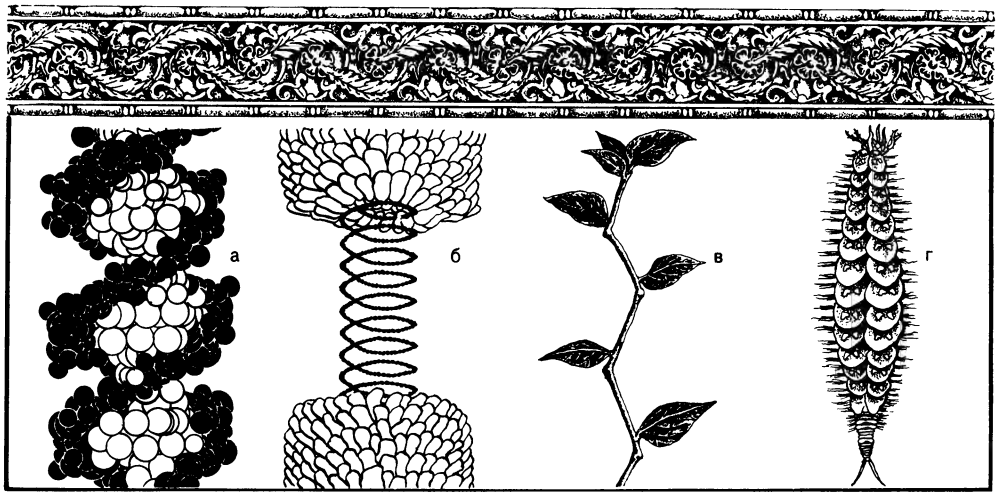


Рис. 6. Одномерная симметрия: *а* — модель молекулы ДНК; *б* — модель вируса табачной мозаики; *в* — побег традесканции; *г* — полихета; *наверху* — бордюр.

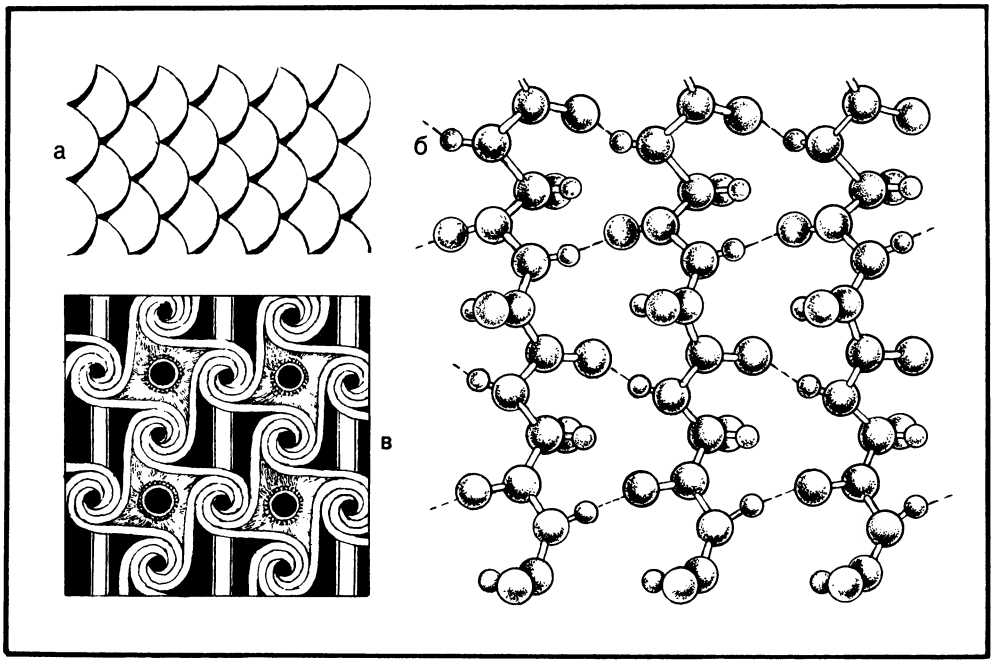


Рис. 7. Двумерная симметрия (плоские орнаменты): *а* — чешуя рыб; *б* — складчатый слой полипептидных цепей; *в* — египетский орнамент.

ческих кристаллов, построенных «бесконечным» повторением одних и тех же кристаллических ячеек — в длину, ширину и высоту (рис. 8).

Объекты, симметрия которых исчерпывается лишь простыми (круговыми), или (и) переносными (трансляционными), или (и) винтовыми осями симметрий, называются *диссимметрическими*, т. е. *расстроенной симметрии*. К таким объектам относятся и тела аксиальной симметрии. От всех остальных объектов диссимметрические отличаются, в частности, очень своеобразным отношением к зеркальному отражению. Если тело речного рака (рис. 3) после зеркального отражения совсем не изменяет своей формы, то аксиальный цветок анютиных глазок (рис. 9), асимметрическая винтовая раковина моллюска, кристалл кварца, асимметрическая молекула после зеркального отражения изменяют свою фигуру, приобретая ряд противоположных признаков. Так, винтовая раковина брюхоногого моллюска, расположенного перед зеркалом, закручена слева вверх направо, а зеркального — справа вверх налево и т. д.

Что касается простейшего, частного случая осевой симметрии ($n = 1$), то биологам он известен давно и называется *асимметрическим*. Для примера достаточно сослаться на картину внутреннего строения подавляющего большинства видов животных и человека.

Уже из приведенных примеров нетрудно заметить, что диссимметрические объекты могут существовать в двух разновидностях: в виде оригинала и зеркального отражения (руки человека, раковины моллюсков, венчики анютиных глазок, кристаллы кварца). При этом одна из форм (неважно какая) называется *правой* — П, а другая *левой* — Л. Здесь

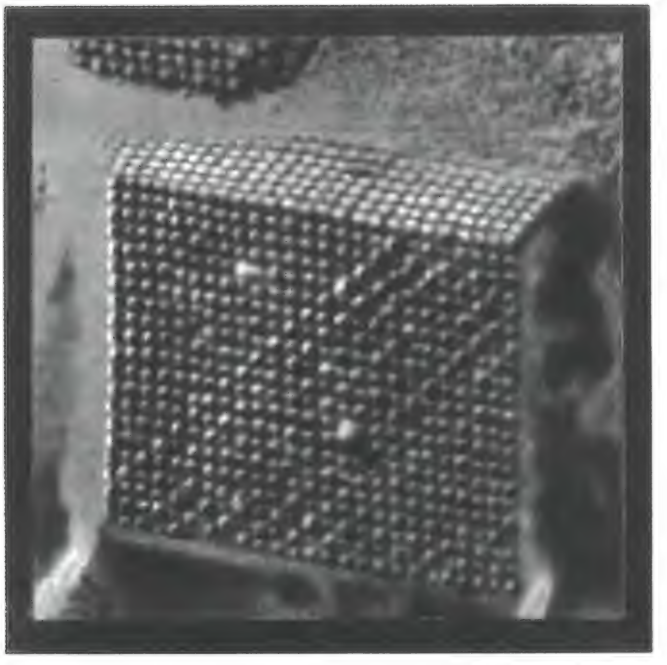


Рис. 8. Трехмерная симметрия. Небольшой кристалл белка вируса некроза табака в электронном микроскопе (увеличение в 73 тыс. раз). Ясно видны аккуратно уложенные по трем различным направлениям молекулы белка.

очень важно уяснить себе, что правыми и левыми называются не только руки или ноги человека, но и любые диссимметрические тела — винты с правой и левой резьбой, организмы, неживые тела.

Обнаружение и в живой природе П- и Л-форм поставило перед биологией ряд новых и очень важных вопросов, многие из которых сейчас решаются сложными математическими и физико-химическими методами.

Первый — это вопрос о закономерностях формы и строения П- и Л-биологических объектов (биообъектов). Самое главное достижение здесь — создание теории строения П- и Л-биообъектов. На ее основе было предсказано много совершенно новых типов и классов изомерии, предсказана и открыта советскими учеными *биологическая изомерия*. Изомерия — это множество объектов различного строения, но при одном и том же наборе составляющих эти объекты частей. На рисунке 10 показана изомерия венчиков, предсказанная, а затем и обнаруженная на многих десятках тысяч экземпляров венчиков цветков около 60 видов растений. Здесь для каждого случая число лепестков одно и то же — 5, различно лишь их взаимное расположение.

Второй вопрос: как часто встречаются П- и Л-формы биообъектов? Найдено, что частота встречаемости этих форм (Σ) подчиняется следующей общей для всей живой природы закономерности: либо $\Sigma П = \Sigma Л$, либо $\Sigma П > \Sigma Л$, либо $\Sigma П < \Sigma Л$ форм — соответственно для одних, других, третьих биообъектов. Например, $\Sigma П$ форм листьев бегонии и традесканции равна $\Sigma Л$ их форм. Нарцисс, ячмень, рогоз и многие другие растения — правши: их листья встречаются только в П-винтовой форме. Зато фасоль — левша, листья первого яруса до 2,3 раза чаще бывают Л-формы. Задняя часть тела волков и собак при беге несколько заносится вбок, поэтому их разделяют на право- и левобегающих. Птицы-левши складывают крылья так, что левое крыло накладывается на правое, а правши — наоборот. Некоторые голуби при полете предпочитают кружиться вправо, а другие — влево. За это голубей издавна в народе делят на «правухов» и «левухов». Раковина моллюска фрутицикола лантци встречается главным образом в П-закрученной форме. Замечено, что при питании морковью преобладающие П-формы этого моллюска прекрасно растут, а их антиподы — Л-моллюски резко теряют в весе. Инфузория-туфелька из-за спирального расположения ресничек на ее теле передвигается в капельке воды, как и многие другие простейшие, по левозавивающемуся штопору. Инфузории, вбуравливающиеся в среду по правому штопору, встречаются редко.

Много интересных фактов может сообщить наука о симметрии и о человеке. Как известно, в среднем на земном шаре примерно 3 % левшей (99 млн.) и 97 % правшей (3 млрд. 201 млн.). Интересно отметить, что центры речи в головном мозгу у правшей расположены слева, а у левшей — справа (по другим данным — в обоих полушариях). Правая половина тела управляется левым, а левая — правым полушарием, и в большинстве случаев правая половина тела и левое полушарие развиты лучше. У людей, как известно, сердце на левой стороне, печень — на правой. Но на каждые 7—12 тыс. человек встречаются люди, у которых все или часть внутренних органов расположены зеркально, т. е. наоборот. Но самое важное в этой области открытие было сделано на молекулярно-химическом уровне. Знаменитый французский ученый Л. Пастер и многие другие ученые обнаружили, что клетки организмов состоят в основном только или преимущественно из Л-аминокислот, Л-белков, П-нуклеиновых кислот, П-сахаров, Л-алкалоидов. Такую особенность протоплазмы Пастер назвал *диссимметрией протоплазмы*.

Третий вопрос — о свойствах П- и Л-форм. Основное достижение здесь — это открытие *диссимметрии жизни* (СССР). Оказывается, ряд свойств П- и Л-форм биообъектов качественно различаются. Вот некоторые примеры. Широкоизвестный антибиотик пенициллин вырабатывается грибком только в П-форме; искусственно приготовленная Л-форма его

Рис. 9. Диссимметрические объекты: *а* — цветки анютиных глазок; *б* — раковины моллюска; *в* — кристаллы кварца; *г* — модель асимметрической молекулы.

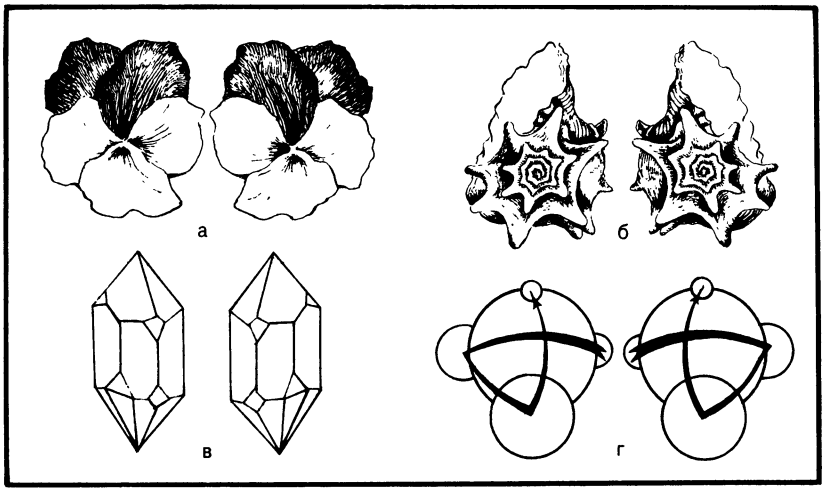
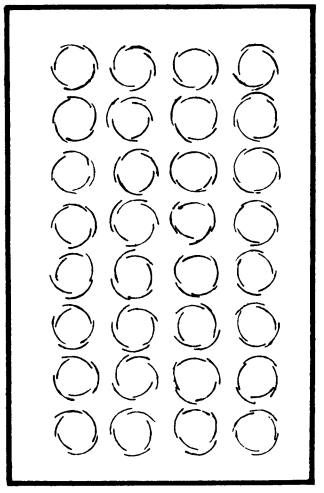


Рис. 10. Изомерия венчиков цветков растений.



антибиотически неактивна. В аптеках продается антибиотик левомицетин, а не его антипод — правомицетин, так как последний по своим лечебным свойствам значительно уступает первому. В табаке содержится алкалоид Л-никотин. Он в несколько раз более ядовит, чем искусственно приготовленный П-никотин. Чаще встречающиеся винтообразные Л-корнеплоды сахарной свеклы содержат на 0,5—1% больше сахара, чем П-корнеплоды. Чаще встречающиеся (на 2—3%) левовинтовые по расположению листьев кокосовые пальмы более урожайны (в среднем на 12%), чем П-пальмы. Семена Л-растений подсолнечника более масличны (на 1,4%), чем семена П-растений. Коробочки льна, полученные с различных по изомерии венчиков цветков, различаются и количественно и качественно по содержанию жирных кислот.

Четвертый вопрос: в чем причина именно таких, а не других свойств П- и Л-форм? Никакой теории, отвечающей на этот вопрос, пока не существует. Предложенные гипотезы исходят из молекулярно-химической обусловленности П- и Л-модификаций организмов и их органов. В частности, было установлено, что, выращивая микроорганизмы бациллюс микоидес на агар-агаре с П- и Л-соединениями (сахарозой, винной кислотой, аминокислотами), Л-формы его можно превратить в П-формы, а П-формы в Л-формы. В ряде случаев эти изменения носили длительный, возможно, наследственный характер. Эти опыты говорят о том, что внешняя П- или Л-форма организмов зависит от обмена веществ и участвующих в этом обмене П- и Л-молекул.

Иногда превращения П-форм в Л-формы и наоборот происходят без вмешательства человека. Академик В. И. Вернадский отмечал, что все раковины ископаемых моллюсков фузус антиквуус, найденные в Англии, Л-формы, а современные раковины — П-формы. Очевидно, причины, вызывающие такие перемены, складывались в течение геологических эпох.

Конечно, смена видов симметрии по мере эволюции жизни происходила не только у диссимметрических организмов. Так, некоторые иглокожие когда-то были двустороннесимметричными подвижными формами. Затем они перешли к сидячему образу жизни, и у них выработалась радиальная симметрия (правда, личинки их до сих пор сохранили двустороннюю симметрию). У части иглокожих, вторично перешедших к активному образу жизни, радиальная симметрия вновь заменилась билатеральной (неправильные ежи, голотурии).

До сих пор мы говорили о причинах, определяющих П- и Л-форму организмов. А почему эти формы встречаются не в равных количествах? Как правило, бывает больше либо П-, либо Л-форм. Согласно одной очень правдоподобной гипотезе, причинами могут быть диссимметрические элементарные частицы, а также правый свет, который в небольшом избытке всегда присутствует в рассеянном солнечном свете и образуется при отражении обычного света от зеркальной поверхности морей и океанов. Все это могло привести к тому, что сначала стали встречаться в неодинаковых количествах правые и левые формы диссимметрических органических молекул, а затем П- и Л-организмы и их части.

Таковы лишь некоторые вопросы *биосимметрики* — науки о симметрии и диссимметрии в живой природе.

Растения

Как устроено и питается зеленое растение

На первый взгляд растение кажется неподвижным. Только внимательно присмотревшись, можно убедиться, что это не так. Похожее на корзинку соцветие одуванчика раскрывается утром и закрывается к вечеру. В хмурый пасмурный день, как и вечером, это соцветие сложено. Еще бóльшая чувствительность (раздражимость) у листьев лесного растения кислицы: к вечеру они складываются. Проведите несколько раз карандашом или пальцем по листьям кислицы или выставьте ее на прямой солнечный свет — через несколько минут листики послушно сложатся.

Из этих наблюдений можно сделать одно важное заключение: как и всякий живой организм, растения обладают *раздражимостью*. Они отвечают на изменения, происходящие в окружающей их среде. Уменьшение или увеличение интенсивности света, повышение температуры вызывают у растения ответные действия (реакции). Правда, у некоторых растений они внешне не проявляются. Но если рассмотреть в микроскоп листья водного растения элодеи (водяной чумы), которую часто разводят в аквариумах, то легко заметить, что внутреннее содержимое клеток медленно движется. Выставим ту же элодею на свет и опять посмотрим в микроскоп — движение усилилось. Способностью отвечать на раздражения живое растение отличается от тел неживой природы.

В растениях, тесно связанных с окружающей их неживой природой, происходят сложные процессы. Растение усваивает из воздуха и почвы необходимые для жизни вещества, перерабатывает их в своем теле и одновременно выделяет вещества, ненужные ему. В растении происходит обмен веществ. В результате этих процессов оно растет и развивается. Обмен веществ — характерное свойство всего живого. Все эти сложные процессы, происходящие внутри растения, и их взаимосвязь с окружающими условиями изучает наука *физиология растений*.

Как устроено растение

Любая часть растения состоит из маленьких ячеек — клеток. Живую часть клетки составляют *цитоплазма, ядро, пластиды* (лейкопласты, хлоропласты, хромопласты), *митохондрии, рибосомы* (см. ст. «Клетка»). Именно здесь и происходят процессы дыхания и превращения питательных веществ. Клетки растений с поверхности одеты клеточной оболочкой, состоящей из углевода — клетчатки. Некоторые клет-

ки, особенно в древесине, одревесневают, пропитываясь особым веществом — лигнином.

В растениях много воды. Клубни картофеля на четыре пятых состоят из нее, а корнеплод моркови — на девять десятых. Наибольшее количество воды сосредоточено в вакуолях, отделенных от остальной цитоплазмы особым слоем. В клеточном соке вакуолей растворены яблочная, лимонная, щавелевая и другие органические кислоты, а также сахар, минеральные соли, красящие вещества — пигменты. Особенно много сахара в клеточном соке плодов арбуза, груши, винограда.

Клетки растения прочно склеены между собой особым пектиновым веществом. Они соединены друг с другом подобно кирпичам в кирпичной кладке. Этим достигается прочность растительных тканей.

Строение и прорастание семени

Семя возникает из семязачатка (семяпочки), находящегося внутри завязи — части пестика цветка. В семени накоплены содержащие азот соединения (белки) и безазотистые соединения — углеводы (крахмал), а также жиры.

Пшеничная мука состоит преимущественно из крахмала. Если щепотку муки положить в марлю и промыть водой, на марле останется клейковина — растительный белок. Семя подсолнечника, раздавленное на чистой белой бумаге, оставляет жирное пятно, так как в семени накоплены жиры.

Семена растений по строению можно разделить на два основных типа. К первому относятся, например, семена бобовых растений. Каждое семя этого типа состоит из зародыша и покрывающей его оболочки. *Зародыш*, в свою очередь, состоит из нескольких частей: почечки (зачаток стебля и листьев), корешка и двух семядолей. Подобные семена довольно крупны (горох, фасоль), в их семядолях откладываются запасы питательных веществ. Семена второго типа называют *зерновками*. Это плод, в котором кроме зародыша, оболочек и одной семядоли (щитка) есть еще запасная ткань — *эндосперм*. Зародыш у таких семян, например у пшеницы, невелик. Щиток играет иную роль, чем семядоли семян первого типа: во время прорастания семени зародыш при его помощи высасывает из эндосперма необходимые ему питательные вещества.

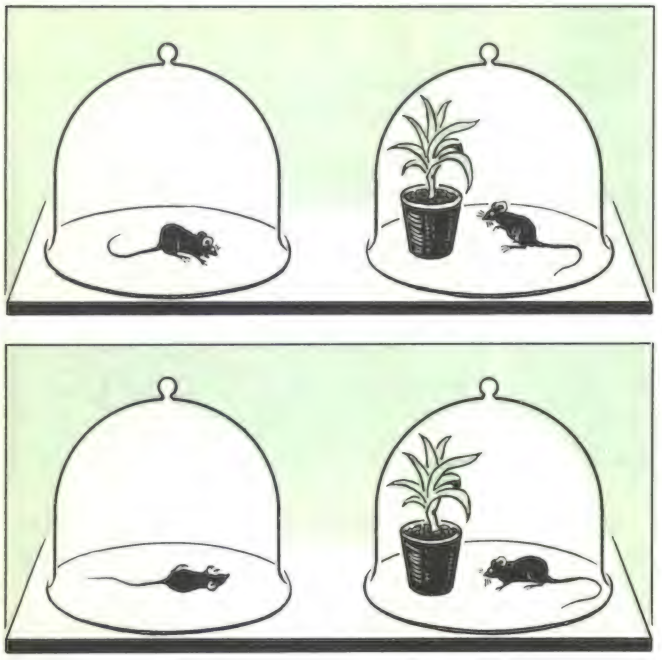
Большинство семян способно прорастать не сразу после своего образования. Они должны пройти так называемое послеуборочное дозревание (состояние покоя). У наших хлебных злаков подобное состояние длится всего 20—30 дней, а то и меньше. У семян других растений, например у плодовых культур — косточковых (слива, вишня, черешня) и семечковых (яблоня, груша), период дозревания продолжительнее.

В сухих зернах пшеницы при хранении влажность не должна превышать 14%. В семенах некоторых других растений влажность еще меньше. Поэтому все жизненные процессы в семенах протекают очень медленно. Когда содержание воды в зернах пшеницы увеличивается на 5—10%, в них начинается интенсивное дыхание, и при этом выделяется тепло. Зерно нагревается, и если оно лежит в кучах, то от высокой температуры может даже обуглиться.

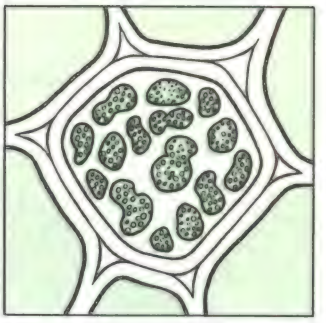
В сухом семени цитоплазма уплотнена, и жизнь в нем как бы замирает. По виду не отличишь мертвое семя от живого. Но если дать семенам воду, поместить их в тепло и открыть доступ кислороду, живое семя прорастет, а мертвое только набухнет. Таким способом и проверяют всхожесть семян перед посевом. Семена тополя, ивы и кофе сохраняют всхожесть несколько недель, а семена тыквенных и некоторых бобовых — несколько лет, хотя с каждым годом она ухудшается.

Что же происходит в семенах при прорастании? Проникшая в клетки вода вызывает набухание цитоплазмы, ядра, оболочки и других частей клетки. Цитоплазма клеток состоит из коллоидов, или клееобразующих веществ, способных набухать. В семенах много коллоидов; впитывая воду, они набухают, увеличиваются в объеме. Цитоплазма становится жидкой, и в ней начинается интенсивное дыхание — окисление с выделением углекислого газа и воды, а также образование необходимых растению органических веществ. Чтобы дыхание не прекращалось, семенам нужны углеводы (сахара́) или жиры, состоящие из трех химических элементов: углерода, водорода и кислорода. Семя получает их из запасенных в нем сложных веществ — крахмала, жиров.

Каким же образом происходят эти превращения? В цитоплазме образуются особые сложные белковые вещества — ферменты. Это катализаторы, ускоряющие ход биохимических процессов в клетке. Сами ферменты при превращении вещества не растрачиваются, и потому небольшого количества их достаточно для превращений огромной массы веществ (см. ст. «Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах»). В клетках растений много различных ферментов, так как каждый фермент ускоряет течение только одной биохимической реакции. Цитоплазма зародыша в семени образует фер-



Мышь под стеклянным колпаком: *вверху* — в начале опыта; *внизу* — через 5 ч.



Хлоропласты в клетке листа мха мниума.

мент амилазу. Этот фермент проникает в клетки эндосперма и превращает отложенный там крахмал в растворимый сахар. Таким же образом с помощью других ферментов белки, отложенные в запас в семени, переводятся в растворимые аминокислоты, жиры распадаются на глицерин и жирные кислоты. Начинается деление клеток и увеличение их размеров. Семя прорастает.

Пройдет несколько дней, зазеленеют листья, и растение начнет питаться уже не за счет запасов, отложенных в семени, а самостоятельно, усваивая нужные ему вещества из почвы и воздуха.

Какую роль играет зеленый лист

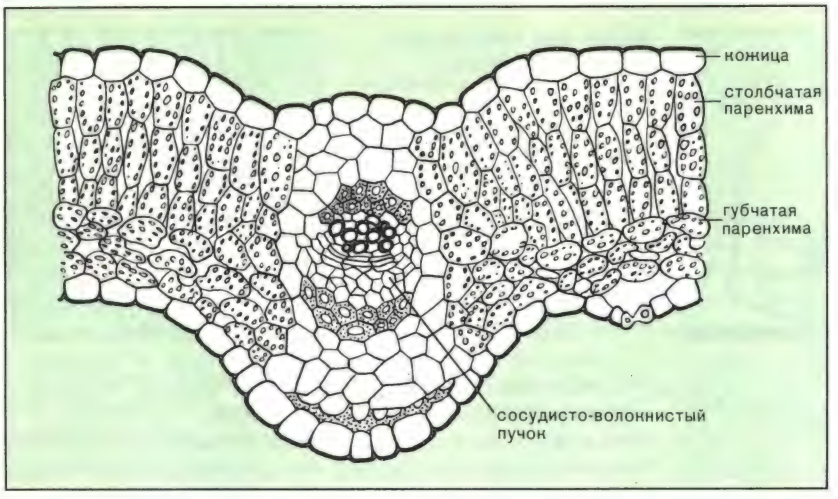
В 1771 г. английский химик Дж. Пристли доказал с помощью простого опыта, что животные делают воздух непригодным для дыхания, а растения его «очищают». На окне, освещенном солнцем, ученый накрыл стеклянным колпаком живую мышь. Через несколько часов мышь сдохла. Когда Пристли поместил под колпак вместе с мышью веточку мяты, мышь вела себя как обычно. Открытие Пристли произвело на современников громадное впечатление. Однако вскоре оказалось, что опыт удавался далеко не всегда, даже у самого Пристли.

В 1779 г. голландец Я. Ингенгауз уточнил опыт Пристли. Он выяснил, что зеленое растение «очищает» воздух только на солнечном свету. Швейцарский ботаник Ж. Сенебье в 1782 г. окончательно установил, что днем при солнечном свете зеленые растения выделяют кислород. Сенебье доказал, что зеленое растение «очищает» воздух не потому, что оно дышит, а в связи с его углеродным питанием. Впоследствии этот процесс был назван *фотосинтезом* (образование вещества на свету). Фотосинтез может совершаться только на свету и только в зеленых частях растения.

Заглянем в зеленую лабораторию растения — в клетку. Зеленый цвет листа зависит от особых зеленых пластид — *хлоропластов*, находящихся в его клетках. Почти у всех растений хлоропласты округлы или слегка вытянуты. В каждой клетке несколько десятков, а иногда и свыше сотни хлоропластов. Они состоят из бесцветной цитоплазматической основы и зеленого пигмента — *хлорофилла*. Кроме хлорофилла в хлоропластах есть и желтые пигменты. Понижение температуры разрушает хлорофилл, но не действует на желтые пигменты. Поэтому осенью, когда воздух становится холоднее, листья начинают желтеть. Как всякое окрашенное тело, хлорофилл поглощает световые лучи, но не все видимые лучи спектра, а лишь красные и сине-фиолетовые.

Из атмосферы проникает в клетки растения углекислый газ. Он состоит из углерода и кислорода. В зеленом хлоропласте под влиянием солнечного света, поглощенного хлорофиллом, молекулы воды разлагаются и водород соединяется с углекислотой, из этого соединения в дальнейшем образуется сахар или частицы крахмала. При такой химической реакции кислород освобождается и выделяется в атмосферу.

Лист хорошо приспособлен для поглощения углекислого газа. С обеих сторон он одет кожицей, или *эпидермисом*. Клетки этой ткани плотно прилегают друг к другу. Сверху эпидермис защищен слоем жирового вещества — кутикулой, которая почти не пропускает в растение паров воды и газов. В эпидермисе имеются особые образования — *устьица*, состоящие из двух замыкающих клеток. Клетки эти могут отходить друг от друга, открывая находящуюся между ними щель, сквозь которую и проникает в растение углекислый газ (концентрация его в воздухе по объему составляет обычно 0,03%). Днем устьица под влиянием света обычно открыты, а на ночь закрываются. Смыкаясь и размыкаясь, устьица регулируют поступление в растение углекислого газа и выделение парообразной воды.



Поперечный разрез листа.

Поперечный разрез сосудисто-волокнистого пучка.

Под эпидермисом в листе залегает ткань, содержащая хлорофилловые зерна. Она названа *столбчатой* (или палисадной) *паренхимой*. Паренхимой называются тонкостенные клетки, ширина и длина которых примерно одинаковы; столбчатая паренхима состоит из клеток, вытянутых столбиками. Под ней находится ткань с более рыхло расположенными клетками — *губчатая паренхима*. В хлоропластах столбчатой и губчатой паренхимы и осуществляется фотосинтез.

Кроме того, весь лист пронизывают жилки, их называют *сосудисто-волокнистыми пучками*. Каждая жилка состоит из нескольких трубчатых сосудов и механических волокон. По одним трубкам — сосудам, которые лишены живого содержимого, от корней через стебель поступает к листьям вода, по другим — живым клеткам (ситовидным трубкам) — передвигаются от листьев к стеблю и корням растворы сахара и других органических веществ, образовавшихся при фотосинтезе. Ситовидными трубками они названы потому, что поперечные перегородки у них напоминают сито.

Для образования органических веществ (сахара и крахмала) из углекислого газа и воды нужна энергия, и хлоропласты получают ее в виде энергии солнечного луча.

В зеленом листе происходит и *процесс дыхания*, т. е. окисление органического вещества, образовавшегося при фотосинтезе. Он совершается круглые сутки, фотосинтез же — только днем на свету, но намного интенсивнее, чем дыхание. Окисляясь, органическое вещество выделяет ту энергию, которую оно получило от солнечного луча в момент своего образования. Эта энергия используется растением для роста, развития и других процессов жизнедеятельности. Таким образом, энергия, поглощенная растением при фотосинтезе, не исчезает, а лишь переходит из одной формы в другую: световая — в химическую, химическая — в механическую или тепловую. Так осуществляется в жизни растения один из основных законов природы — закон сохранения энергии.

Зеленый лист — источник жизни на нашей планете. Хлоропласты листа — это единственная в мире лаборатория, в которой из простых неорганических веществ — воды и углекислого газа — создаются с помощью энергии солнечного луча сложные органические вещества — сахар и крахмал. К. А. Тимирязев говорил: «Дайте самому лучшему повару сколько угодно солнечного света и целую речку чистой воды и попросите, чтобы из всего этого он приготовил вам сахар, крахмал, жиры и зерно,— он решит, что вы над ним смеетесь. Но то, что кажется совершенно фантастическим человеку, беспрестанно совершается в зеленых листьях растений». При фотосинтезе усваивается всего лишь 1—2% энергии солнечных лучей, падающих на растение. Однако и этого вполне достаточно, чтобы растения могли прокормить весь животный мир.

Чем больше солнечных лучей усвоят растения, тем полнее энергия Солнца будет использована для жизни на Земле. Поэтому важнейшая задача земледельца — как можно полнее уловить солнечные лучи. Чем обширнее посевные площади, чем лучше распределены растения на полях, чем урожайнее сорта растений, тем больше уловлено солнечной энергии.

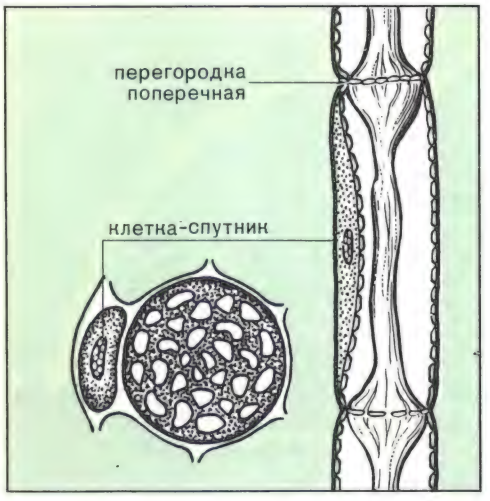
Человек использует не только тот солнечный луч, который падает на Землю сейчас, но и тот, который упал на нее десятки и сотни миллионов лет назад. Ведь пласты каменного угля в недрах Земли образовались в течение геологических эпох из некогда существовавших растений. Многие ученые считают, что нефть и горючий газ, подобно углю, возникли из органической массы. В более поздние периоды жизни Земли из сфагнового мха начал образовываться торф.

Изобретатель паровоза Стефенсон спросил однажды своего приятеля:

— Знаешь ли ты, что двигает этот поезд?

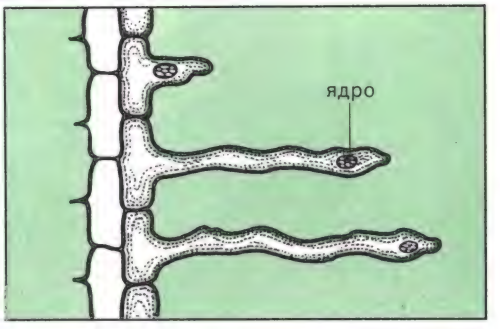
— Конечно. Твое изобретение,— ответил его собеседник.

— Нет. Его двигает солнечный луч, поглощенный зеленым растением сотни миллионов лет назад.



Ситовидная трубка.

Корневые волоски на корне гороха.



Клубеньки на корнях бобового растения.

Строение и значение корня

Корень закрепляет растение в земле, поглощает из почвы воду и минеральные вещества и снабжает ими все остальные органы растения. У большинства растений корневая система простирается в почве на большую глубину. Даже корни трав углубляются в почву больше чем на метр, а на черноземах — до 2 м. Большая часть корневой системы — очень тонкие корни. Когда растение выкапывают из земли, почти вся его корневая система остается в почве. Общая длина корней у растения чрезвычайно велика. Корневая система одного растения озимой ржи, например, достигает 600 км. Если же учесть длину корневых волосков, покрывающих корни, то общая длина корневой системы ржи достигает примерно 10 тыс. км.

Корневой волосок представляет собой вырост клетки поверхностной ткани корня (кожицы); в сущности это одна длинная клетка. Очень нежные и недолговечные корневые волоски играют огромную роль в жизни растения: они-то и извлекают из почвы воду и питательные вещества. По мере роста корня волоски появляются на его молодых, концевых частях и сравнительно быстро отмирают. Более старые части корня покрыты особой пробковой тканью, почти не пропускающей воду, и не имеют волосков. Старые части корня не участвуют в питании растения.

У растений размножаются делением преимущественно клетки так называемых образовательных тканей — на концах корней и стеблей. Корень растет кончиком — самой молодой своей частью. Он состоит из клеток одинакового размера и формы. Клетки, лежащие выше кончика, не делятся, а лишь растягиваются. Клетки, лежащие еще выше, приобрели определенное постоянное строение.

Под покровной тканью корня расположены клетки, выполняющие различную роль. Часть клеток корня с толстыми оболочками образует своеобразный скелет растения (механическая ткань); другие клетки вытягиваются, образуя полые трубки, через которые передвигаются вода и питательные вещества (проводящая ткань); есть клетки, в которых откладываются в запас органические питательные вещества (запасная ткань). У некоторых двулетних и многолетних растений корень служит вместилищем запасных питательных веществ, таковы, например, корнеплоды моркови.

Что извлекает корень из почвы

Ученые упорно работали десятки лет, чтобы узнать, какие вещества корень извлекает из почвы. Понять это удалось, выращивая растения в воде (метод водных культур). В дистиллированной воде растворяют определенные минеральные соли, кроме солей того химического элемента, значение которого для жизни растения хотят выяснить. Растение выращивают на этом растворе в стеклянной банке. Опыты показали, что растение хорошо развивается лишь в том случае, если в растворе солей есть калий, кальций, железо, магний, сера, фосфор и азот. Если из питательного раствора исключить калий, рост растения останавливается. Без кальция не разовьется корневая система. Магний и железо необходимы растениям для образования хлорофилла. Без азота, серы и фосфора не образуются белки, входящие в состав цитоплазмы и ядра.

Долгое время думали, что только эти элементы необходимы для нормального развития растений. Но потом выяснилось, что растению также нужны очень небольшие количества некоторых других элементов, которые и назвали микроэлементами. При обычных опытах эти элементы находились в минеральном растворе в виде ничтожных примесей или попадали

Водные культуры растений. В левом и среднем сосудах питательная смесь без фосфора; растению в среднем сосуде фосфор дан через листья. В правом сосуде полная питательная смесь.

Круговорот азота в природе:
N_2 — газообразный азот,
NH_3 — аммиак,
NO_2 — окисел азота,
NO_2^-, NO_3^- — анион,
NH_4^+ — катион.

в него с пылью из воздуха. Но для некоторых растений такое количество того или иного микроэлемента оказалось недостаточным. Например, для сахарной свеклы совершенно необходим бор: без него растение заболевает гнилью сердечка. На плодородных торфяных почвах пшеница и рожь иногда не образуют зерна, но, если в такую почву внести вместе с удобрениями медь, растения развиваются нормально. К наиболее важным в жизни растений микроэлементам относятся марганец, бор, медь, цинк, молибден, кобальт.

Если растение сжечь, в его золе останутся те минеральные вещества, которые оно поглотило из почвы. У разных растений количество золы неодинаково. В среднем зола составляет 5% веса высушенного растения. Следует учесть, что лишь незначительная часть минеральных веществ, содержащихся в золе, действительно необходима растению. Например, у ряда растений зола на 80% состоит из кремния, ненужного в таком количестве растению. Кальций также поглощается корнями из почвы в значительно большем количестве, чем это необходимо растению.

Азот тоже поглощается из почвы и входит в состав важнейших для жизни белковых веществ. Доля азота в общем весе растения достигает 1,5%. Но в золе азота нет. При сгорании он соединяется с кислородом и в виде окислов азота улетучивается в воздух. Если в водной культуре исключить из питательной смеси азот, то растение перестает расти. У растения, испытывающего недостаток азота, светло-зеленая окраска: в листьях его мало хлорофилла, в состав которого входит азот.

Азот поглощается растением из почвы в виде аммиачных или азотнокислых солей. Но в почве много и органических соединений азота в виде белковых веществ, оставшихся от умерших растений и животных. В большинстве случаев растения не могут усвоить непосредственно эти сложные органические соединения азота. Но органический азот не остается в почве без изменений. Он может превратиться и в минеральные соединения, доступные растениям. Огромное число бактерий и грибов, населяющих почву, питается органическими соединениями азота. Они разлагают белки в остатках отмерших растений и животных. При таком разложении в почве образуется аммиак. Размер бактерий очень мал. Он не превышает обычно 2 мкм (двух тысячных миллиметра). Но в каждом грамме почвы со средним плодородием содержится несколько сотен миллионов бактерий, а в одном грамме чернозема — до трех миллиардов. Несмотря на малые размеры, эти бактерии и грибы перерабатывают в почве огромные массы органических веществ.

Бóльшая часть аммиака, образовавшегося в почве при разложении бактериями органических остатков, окисляется особыми микробами-нитрификаторами сначала до азотистой, а затем и до азотной кислоты. Часть этой азотной кислоты разрушается другими микроорганизмами — бактериями-денитрификаторами. Освободившийся при этом газообразный азот уходит из почвы в атмосферу. В мировом круговороте веществ улетучивающийся из почвы азот может снова вернуться в почву и стать пищей для растений. Электрические разряды при грозе образуют в воздухе окислы азота. Полученные таким образом окислы растворяются в воде и превращаются в азотистую и азотную кислоты. Но таким путем в почву возвращается лишь очень небольшое количество азота.

Значительно большее количество атмосферного азота связывается в почве особыми микроорганизмами — бактериями-азотфиксаторами. Один из таких микроорганизмов — азотобактер, сравнительно крупная (от 3 до 5 мкм в поперечнике) бактерия. Азотобактер широко распространен в различных почвах, кроме кислых подзолистых.

Другая бактерия — клостридий — также связывает атмосферный азот и обогащает им почву. Клостридий способен к этому лишь при отсутствии в окружающей среде атмосферного кислорода. Микроб этот встречается и в кислых почвах.

Третий вид азотфиксирующих микробов — так называемые клубеньковые бактерии — имеет для растений, пожалуй, самое большое значение. На корнях любого бобового растения (вики, клевера, гороха, фасоли) можно рассмотреть маленькие вздутия — клубеньки. В них-то и живут клубеньковые бактерии. Эти бактерии проникают в корни из почвы че-

рез корневые волоски и вызывают интенсивное деление клеток. На корнях образуются наросты — клубеньки. Клубеньковые бактерии получают от растения углеводы и снабжают его азотом, который они усвоили из воздуха.

Выделение растением капелек воды — гуттация — демонстрирует наличие корневого давления.

Значение воды в жизни растения

Вода поступает в растение из почвы через корневые волоски и молодые части корней и по сосудам разносится по всей его надземной части. В вакуолях растительных клеток растворены различные вещества. Молекулы этих веществ, растворенные в клеточном соке, оказывают давление на цитоплазму, которая хорошо пропускает воду, но препятствует прохождению через нее растворенных в воде частиц. Давление растворенных в воде веществ на цитоплазму называется *осмотическим давлением*. Вода, поглощенная растворенными в клеточном соке вещест-

вами, также оказывает давление на цитоплазму и растягивает до известного предела эластичную оболочку клетки. Клеточный сок с растворенными в нем веществами постоянно поддерживает растительную ткань в напряженном состоянии, и лишь при большой потере воды, при завядании, это напряжение (тургор) в растении исчезает.

Когда осмотическое давление уравновешено растянувшейся оболочкой, вода не может поступать в клетку. Но стоит клетке потерять часть воды, как оболочка спадается, находящийся в клетке клеточный сок становится более концентрированным и начинает насасывать воду в клетку, пока оболочка снова не растянется и не уравновесится осмотическое давление. Чем больше воды потеряло растение, тем с большей силой вода поступает в клетки. Сила, с которой растение всасывает воду,— *сосущая сила* — представляет собой разность между осмотическим и тургорным давлением.

Растение непрерывно испаряет воду через устьица. Этим создается возможность нового притока воды к листьям. Присасывающее действие испарения играет большую роль в передвижении воды по растению. Устьица могут раскрываться и закрываться, образовывать то широкую, то узкую щель. На свету устьица раскрываются, а в темноте и при слишком большой потере воды закрываются. В зависимости от этого испарение воды то идет интенсивно, то сильно сокращается. Часть воды все время испаряется через кутикулу, однако это испарение идет гораздо слабее, чем через устьица.

Если срезать стебель растения около самого корня, из пенька начинает сочиться сок. Это показывает, что корень и сам нагнетает воду в стебель. Следовательно, поступление воды в растение зависит не только от испарения воды через листья, но и от корневого давления. Оно перегоняет воду из живых клеток корня в полые трубки омертвевших сосудов. Так как в клетках этих сосудов нет цитоплазмы, вода беспрепятственно движется по ним к листьям, где испаряется через устьица.

Испарение очень важно для растения. С передвигающейся водой разносятся по растению поглощенные корнем минеральные вещества. Испарение снижает температуру растения и тем самым предохраняет его от перегрева. Из каждой тысячи частей поглощенной из почвы воды растение усваивает лишь 2—3 части, а остальные 997—998 частей испаряются. Чтобы образовать 1 г сухого вещества, растение в нашем климате испаряет от 300 г до 1 кг воды.

Пока в почве есть влага, растение растет и развивается нормально. Но вот перестали выпадать дожди, наступает засуха, и растение испытывает недостаток воды и растворимых в ней минеральных веществ; в нем перестает образовываться новое вещество, рост и развитие прекращаются. Кроме того, растение начинает повреждаться от перегрева: на листьях и стебле появляются пятна ожогов. Особенно сильно повреждается растение от ожогов при суховее — сухом горячем ветре. Растение увядает и, если погода не изменится к лучшему, гибнет.

Глубокая вспашка, сохранение влаги в почве, своевременное уничтожение сорняков, севообороты, применение минеральных удобрений и другие агротехнические мероприятия помогают бороться с засухой. Не менее важны правильное семеноводство и создание более устойчивых к засухе сортов, а также использование засухоустойчивых культур. Но основная мера борьбы с засухой (там, где это возможно) — орошение полей.

Рост и развитие растений

Растения, так же как животные и человек, растут и развиваются. Само слово «растение» происходит от слова «рост». Все считают, что рост — это увеличение размеров, высоты, толщины, веса растения. В общем это правильно. Однако не всякое увеличение размеров или веса является ростом, и, наоборот, иногда рост идет, несмотря на уменьшение веса. Бывает, что увядшее растение, впитывая воду после полива, увеличивается в размерах, прибывает в весе, но не растет. При прорастании семени идет сильный рост, но вес семени уменьшается вследствие большой траты веществ на дыхание. Как же более точно определить, что такое рост? Почему он происходит?

Растения, как и все организмы, состоят из клеток. Клетки делятся, размножаются. *Рост — это процесс образования новых клеток, составляющих ткани, органы, всю структуру организма.*

Рост происходит всюду, где идет размножение клеток. Рост имеет три фазы: *деление, растяжение, дифференцировка клеток.*

В верхушке стебля и в кончике корня есть так называемый *конус нарастания*, состоящий из множе-

Рис. 1. Конус нарастания стебля:
1 — зона деления клеток;
2 — зона растяжения (разрастания) клеток;
3 — зона дифференцировки.

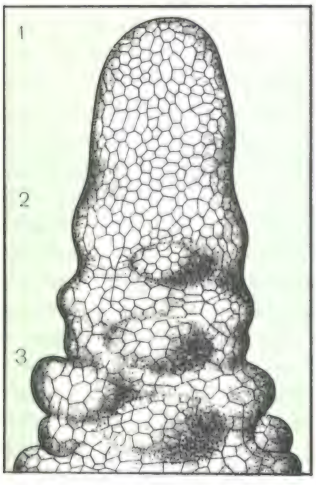
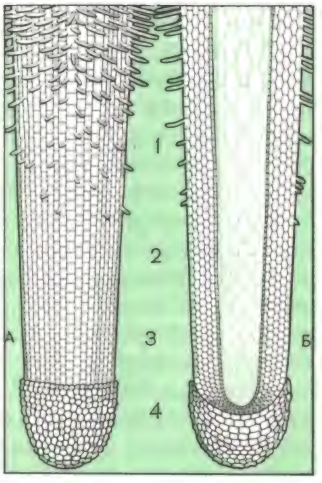


Рис. 2. Конус нарастания корня:
А — поверхность корня;
Б — продольный разрез корня, показывающий его внутреннее строение;
1 — зона дифференцировки (зона корневых волосков);
2 — зона растяжения;
3 — зона деления клеток;
4 — корневой чехлик.



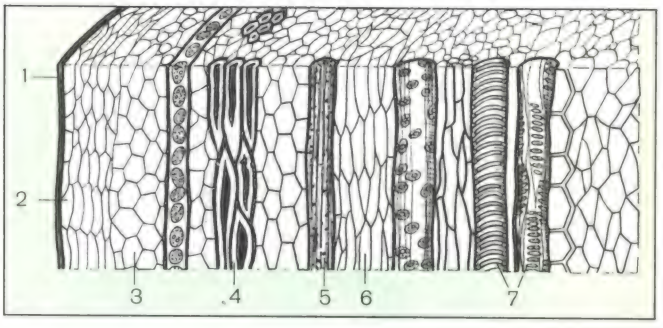


Рис. 3. Продольный и поперечный разрезы через стебель растения:
1 — кутикула (слой жирового вещества);
2 — эпидермис;
3 — паренхима;
4 — механическая ткань;
5 — ситовидные трубки;
6 — камбий;
7 — сосуды, проводящие воду с растворенными в ней минеральными веществами.

ства делящихся клеток. Благодаря делению клеток стебель и корень растут в длину (рис. 1, 2). В толщину стебель у голосеменных, а из покрытосеменных у двудольных растений растет путем деления клеток камбия, расположенного между корой и древесиной (рис. 3). В конусах нарастания стеблей и корней до конца жизни каждого растения остается некоторое число клеток, способных делиться. Эта зона конуса нарастания называется *зоной деления клеток*. Немного ниже верхушки стебля или немного выше кончика корня в конусах нарастания расположены две другие зоны: *зона растяжения клеток* и *зона дифференцировки клеток*. В первой клетки уже не делятся, а только увеличиваются в размерах, во второй они дифференцируются, т. е. приобретают определенные различия, особую, свойственную им форму и начинают играть специальную роль в жизни растения. Одни клетки образуют ткани стебля, другие — ткани листа, а позднее, когда начнут формироваться цветки, из части клеток получатся ткани лепестков, тычинок и пестиков. У основания пестика возникает завязь, а в ней семяпочки. В пыльниках образуется пыльца. В конусе нарастания корня часть вновь образовавшихся клеток становится клетками корневого чехлика, другие формируют кожицу с корневыми волосками, третьи превращаются в проводящие сосуды и т. п.

Все процессы и явления в природе имеют две взаимосвязанные стороны — количество и качество. Понятие «рост» говорит нам главным образом о количественных изменениях в жизни растений, об увеличении количества клеток, высоты или толщины растений, возрастании их веса. Линейкой мы можем измерить высоту растения; положив на весы кочан капусты или клубень картофеля, взвесить их; сделав тонкий срез стебля, подсчитать число клеток под микроскопом.

Понятие «дифференцировка клеток» говорит нам о другой стороне жизни растений, о качественных изменениях в их жизни, об их развитии, изменении внешнего вида (формы) и содержания (биохимического состава). Переход от образования листьев к образованию цветков в процессе дифференцировки клеток в конусе нарастания стебля говорит о наступлении особого этапа в жизни растений — фазы половой зрелости.

Развитие — это весь жизненный цикл, который проходит организм от формирования зародыша до естественной смерти. В своем развитии каждое живое существо проходит шесть жизненных фаз: эмбриональную (зародышевую), фазу юности, половой зрелости, размножения, старения, смерти.

Развитие особи, т. е. отдельного растения, животного, человека, называется *индивидуальным развитием* или *онтогенезом* (от греческих слов «онтос» — существо и «генезис» — происхождение). У каждого организма характер роста, длительность жизни, особый ритм жизненного цикла зависят от того, какие свойства и признаки этот организм унаследовал от своих предков, в каких условиях развивались его предки в течение многих миллионов лет эволюции. История развития предков данной особи — процесс *родового развития*, он называется *филогенезом* (от греческих слов «филон» — род и «генезис» — происхождение). Для нормального хода развития данной особи необходимы такие внешние условия, к которым приспособились в процессе филогенеза ее ближайшие предки.

Рост и развитие не одно и то же, хотя они неотделимы друг от друга. Развитие может происходить и

Рис. 4. Зачаточный колос яровой пшеницы Комета в фазе выхода в трубку (сильно увеличено).

тогда, когда нет сильного роста. Например, растению предоставлены все условия, необходимые для перехода к цветению, но дано лишь ограниченное количество влаги. Оно будет маленьким, но зацветет одновременно с растениями, которые хорошо поливают.

Наоборот, если дать растению все условия, необходимые для роста,— свет, тепло, влагу, удобрения, но не дать условий, необходимых для перехода к цветению (например, растениям южного происхождения не дать определенного числа коротких дней), они будут быстро, хорошо расти, но их переход к цветению затянется, т. е. они будут развиваться медленно.

Разным растениям нужно разное время для перехода от образования листьев (вегетативного развития) к образованию цветков, к половой зрелости. У них неодинаковы длительность периода размножения, сроки наступления упадка ростовых процессов и старения. Отсюда и разная продолжительность жизни растений, их долговечность.

У недолговечных растений уже на самых ранних этапах развития в конусе нарастания закладываются зачатки соцветий и цветков. Так, если взять растение яровой пшеницы в фазе кущения (через две недели после появления всходов) и снять один за другим все листочки, которые покрывают верхушку зачаточного стебля (будущей соломины), обнажится блестящий, сочный конус нарастания. В микроскоп можно увидеть, что он состоит из множества очень мелких клеток. У основания конуса нарастания можно рассмотреть листовые бугорки — зачатки еще не сформировавшихся листьев. Еще через две недели конус нарастания становится очень похожим на будущий колос, только этот зачаточный колос в 100 раз меньше, его длина всего 1 мм (рис. 4). За последующие 20 дней в зачаточном колосе сформируются колоски, в них заложатся цветки, в цветках — тычинки и пестики. Вместе с несущим его стеблем (соломиной) колос выйдет из листовой трубки — наступит колошение.

По продолжительности жизни растения подразделяют на *многолетние*, т. е. живущие много лет (яблоня, смородина, клевер, люцерна), *однолетние* (яровая пшеница, подсолнечник) и *двулетние* (капуста, морковь, репа). Продолжительность жизни некоторых многолетних растений очень велика. Например, отдельные экземпляры дуба живут до 2 тыс. лет. Однако дуб еще не самое долговечное растение. Мамонтово дерево живет и растет до 6 тыс. лет. А однолетние растения — гречиха, горох, яровая пшеница и многие другие — живут всего лишь 90—100 дней.

Кроме того, все растения делятся на две большие группы: *однократноплодоносящие* и *многократноплодоносящие* в течение жизни. К первой группе растений относятся все однолетние, двулетние и те из многолетних растений, которые умирают после первого плодоношения (агава, бамбук, ферула, некоторые пальмы).

Ко второй группе относятся все многолетние растения, которые в начале жизни растут, но не плодоносят, а затем начиная с определенного возраста ежегодно до самой старости цветут и плодоносят (яблоня, груша, вишня, слива, липа, клен, береза, дуб и др.).

Особую группу составляют растения, размножающиеся *вегетативно*,— картофель, земляника, мята и др. Эти растения в течение жизни цветут и плодоносят многократно, но размножаются главным образом не семенами, а с помощью клубней, усов или корневищ. После однократного цветения и плодоношения, как у картофеля, или многократного (4—5 лет), как у земляники, куст этих растений отмирает, но остаются жить органы вегетативного размножения — клубни у картофеля, усы у земляники.

В одинаковых условиях внешней среды у различных видов растений темпы роста и развития не одинаковы. Например, дуб, посаженный рядом с подсолнечником, может жить до 1000 лет, а подсолнечник — только 3 месяца. Как мы уже говорили, процессы роста и развития, а следовательно, и продолжительность жизни растений зависят в первую очередь от наследственных, родовых особенностей данного организма. Но проявляют себя эти особенности всецело в зависимости от условий внешней среды. Из внешней среды растения получают вещества, нужные для питания (углекислый газ, кислород, воду, минеральные соли), а также световую энергию, необходимую для фотосинтеза. Во внешней среде постоянно происходят изменения, влияющие на ход жизненных процессов.

Предки каждого вида растений, развиваясь в течение многих миллионов лет в тех или иных странах света, приобрели множество приспособлений, связанных со сменой времен года, с сезонными изменениями внешних условий. Если растению создают условия, близкие к тем, которые окружали его предков, оно будет развиваться нормально. В противном случае развитие растения либо замедлится, либо ускорится.

Если же необходимые для жизни растения условия полностью отсутствуют, оно погибнет. Например, погибнут от холодов нашей осени, зимы и весны все растения, происходящие из тропиков. Семена многих растений, например косточки финиковой пальмы, прорастут только при температуре около 35°. А семена рябины, яблони, вишни и многих других растений, приспособившиеся переносить зимние холода, не прорастут в тепле, если их предварительно не выдержать определенное время при низких температурах.

Яровые злаки приспособились давать всходы весной и развиваться в условиях постепенного повышения температуры и удлинения дня. Если их высеять весной, они успевают выколоситься, зацвести и дать зерно в то же лето. Озимые злаки, напротив, приспособились давать всходы в конце лета и развиваться осенью при постепенном понижении температуры и сокращении дня. Посеянные весной, они попадают в непривычные условия постоянно повышающейся температуры и длинных дней, а потому в течение всего лета только кустятся, поздней осенью уходят зелеными под снег и только будущей весной, после длительного периода пониженных температур, выколашиваются. Для того чтобы заставить озимые злаки выколоситься при весеннем посеве, надо провести так называемую *яровизацию* — выдержать наклюнувшиеся влажные семена в течение 45—60 дней в холодильнике или на леднике при температуре 0°.

По наследству передаются приспособления растений не только к сезонным изменениям температуры, но и к сезонным изменениям длины дня. Только на самом экваторе в течение всего года день равен ночи. Уже на небольшом расстоянии от экватора заметны сезонные изменения длины дня. Так, например, на широте 35° к северу или к югу от экватора длина дня изменяется от 10 ч зимой до 14 ч летом. В местах, удаленных от экватора на 55°, например в Подмосковье, длина дня изменяется от 7 ч зимой до 17,5 ч летом, а длина ночи — соответственно от 17 ч до 6,5 ч. Каждое растение, посаженное на той или иной широте, будет вести себя по-разному в зависимости от того, на какой широте проходило развитие его предков.

Выходцы из тропиков и субтропиков (20—40° на север и юг от экватора) образовали *группу растений короткого дня*. Для перехода их к цветению необходимы сравнительно длинные ночи и короткие дни. К таким растениям относятся южные сорта кукурузы, сахарный тростник, сорго, рис, соя, южные сорта проса, конопля, хлопчатник, акация белая, многие декоративные растения, например хризантема, канна и др. Растения, происходящие из умеренных и холодных широт (50—60° на север и юг от экватора), составляют *группу растений длинного дня*. К ним относятся северные сорта пшеницы, ячмень, рожь, лен, горчица, люпин, редис, салат, смородина, левкой, гортензия и др.

Выходцы с юга, растения короткого дня, приспособившиеся к длине дня в 12—14 ч, смогут зацвести у нас на севере только осенью, когда наступят осенние короткие дни. Однако если дать им хотя бы несколько (1—2 недели) коротких дней в июне, затемняя их в 8 ч вечера и открывая в 8 ч утра, южане, например хризантема, канна, будут цвести у нас все лето.

Растения длинного дня, предки которых развивались в северных широтах, не будут цвести на юге, например в Египте, в условиях коротких дней (не больше 15 ч) и высоких температур. Заставить северное растение цвести в Египте можно, давая растениям холод, т. е. с помощью искусственной яровизации, а также увеличивая длину дней путем добавочного освещения или с помощью обработки растений раствором гиббереллина, о чем будет сказано дальше.

Нормальный, наследственный ритм жизни однолетних и двулетних растений почти полностью соответствует ритму тех природных условий, в которых развивались предки этих растений. У многолетних

Рис. 5. Влияние гиббереллина на рост и цветение рудбекии — растения длинного дня в условиях короткого дня: *1* — растение, верхушечная почка которого обрабатывалась раствором гиббереллина; *2* — контрольное растение.

Рис. 6. Влияние гиббереллина на рост и цветение озимых форм и двулетников: *1* — озимый рапс на длинном дне (*справа* — контрольное растение); *2* — двулетник золотая розга в первый год жизни (*справа* — контрольное растение).

растений не так заметна зависимость их развития от условий внешней среды. Переход от вегетативного роста к цветению зависит у них главным образом от возрастных изменений. Однако и у этих растений ясно видна зависимость роста от сезонной смены внешних условий. Период усиленного роста весной и в начале лета сменяется у них периодом замедленного роста, осеннего листопада и вступления в зимний покой.

У наших северных деревьев замедление роста и подготовка к зиме начинаются уже в первых числах июля, в самые теплые дни, когда, казалось бы, ничто не предвещает зимних холодов. Но вспомните — после 22 июня (дня летнего солнцестояния) день постепенно укорачивается. К 4 июля он сокращается всего на 12 мин, но северные растения чувствуют это. Они прекращают верхушечный рост, в их листьях усиливается процесс фотосинтеза, выработанный сахар откладывается в ветвях, стволе, корнях. Словом, деревья начинают готовиться к зиме.

Иначе ведут себя деревья и кустарники южного происхождения — белая акация, каштан, южные сорта винограда. У них на родине летний день короче, чем в средней полосе нашей страны на 2 ч и более. Вот они и «ждут», когда день укоротится до 12 ч, что бывает здесь в конце сентября, и только тогда начинают готовиться к зиме. Если в сентябре начинаются заморозки, их сочные, не закончившие рост побеги гибнут еще до наступления зимы. Чтобы заставить их своевременно подготовиться к зиме, следует дать этим растениям в первой половине июля 1—2 недели коротких, 12-часовых дней и длинных, 12-часовых ночей.

Итак, для нормального развития растениям необходимы определенные внешние условия. Однако их влияние можно заменить, воздействуя на растения другими средствами. Ведь развитие растений зависит от накопления и превращения в клетках определенных биохимических соединений — белков, нуклеиновых кислот, жиров, углеводов, а также от специфических регуляторов роста и развития — *гормонов*. У растений имеются три группы физиологически активных веществ — гормонов: 1 — вещества, ускоряющие рост и развитие (ауксины, главным образом гетероауксин, гиббереллины, стероидный гормон цветения, этилен); 2 — вещества, замедляющие старение растений (цитокинины); 3 — вещества, способствующие переходу растений в состояние покоя (абсцизовая кислота, флоридзины).

Из гриба гибберелла получено очень активное вещество — гиббереллин. Это вещество вырабатывается также в клетках всех других растений. Длинный день увеличивает количество гиббереллина в растениях как длинного, так и короткого дня. Яровизация также увеличивает количество гиббереллина в растениях.

Оказалось, что гиббереллин — вещество, ускоряющее образование цветоноса, а тем самым переход

растений к цветению. Если обработать этим веществом растения длинного дня, находящиеся на коротком дне, они зацветут (рис. 5). Озимый рапс и двулетнее растение золотая розга не цветут, если не подвергнутся влиянию пониженных температур. Они нуждаются в яровизации. Однако с помощью гиббереллина удалось заставить эти растения цвести без периода охлаждения (рис. 6). Путем опрыскивания раствором цитокинина можно «омолодить» растение, заставить вновь зазеленеть листья, начавшие желтеть. Гормон дормин образуется в листьях древесных растений, растущих при коротком дне и готовящихся к зимнему покою. С помощью этого вещества можно ускорить осеннюю подготовку растений к зимовке.

Помимо этих естественных регуляторов роста и развития, образуемых самими растениями, можно использовать для управления ростом и развитием растений вещества, искусственно синтезированные химиками: разнообразные гербициды, служащие для уничтожения сорняков, ингибиторы, или тормозители роста (применяются, например, для задержания прорастания клубней картофеля), стимуляторы (выводящие растения из периода покоя, повышающие укореняемость черенков и др.).

Скорость развития растений можно регулировать также путем изменения их почвенного (минерального) питания, например замедлять развитие чрезмерным усилением азотного питания и ускорять его с помощью сильной подкормки фосфорными соединениями. Усиленная поливка вызывает омоложение растений, недостаток воды ускоряет старение растений.

Чтобы успешно влиять на рост и развитие растений, получать высокие урожаи, нужно хорошо знать географическую область, откуда произошло каждое растение, знать, какие условия окружающей среды им требуются.

Клетки и ткани растений растут в пробирке

Высшие растения состоят из множества клеток, между которыми существует строгое разделение труда. Клетки зеленой ткани листа, например, создают органические вещества, используя для этого углекислый газ, воду и энергию солнечного света, клетки корня поглощают из почвы минеральные вещества и подают их во все другие части растения.

Несмотря на то что все специализированные клетки возникли в результате деления одной-единственной клетки — оплодотворенной яйцеклетки материнского растения, они значительно различаются по своему строению и химическому составу. Согласованная работа отдельных клеток контролируется всем организмом растения. Каждый орган, каждая ткань и клетка связаны между собой в единую систему многообразными связями: током питательных веществ, гормонов, передачей электрических импульсов.

А как будут вести себя клетки и ткани, если отделить их от растения и перенести на искусственную питательную среду, обеспечивающую все, что нужно для их жизнедеятельности? Будут ли такие клетки продолжать привычную работу, или их форма и функции значительно изменятся?

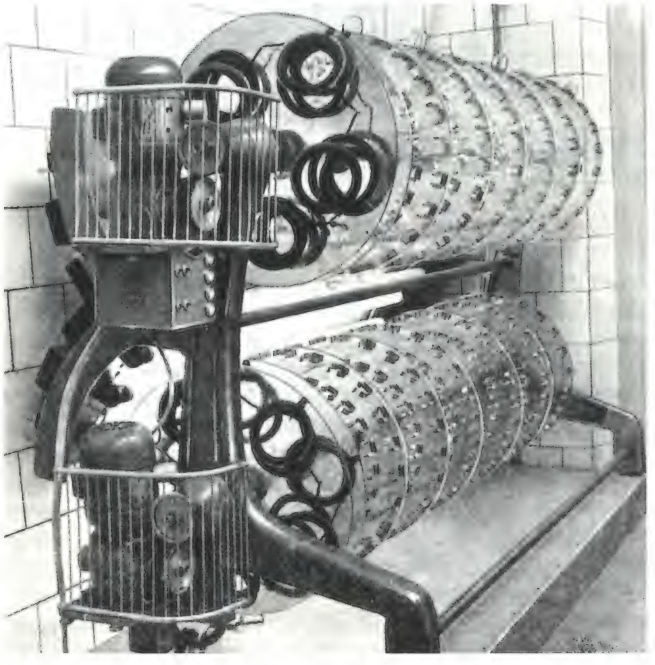
Такие вопросы ставили перед собой ученые еще в начале нашего века. Чтобы решить их, нужно было найти способ обеспечить жизнь изолированных от растений тканей и клеток. Первые попытки были неудачны. Только в 1932 г. два исследователя — Р. Готре во Франции и Ф. Уайт в США — сумели сохранить жизнь изолированным тканям некоторых растений. Им удалось подобрать питательные среды и другие условия, в которых клетки, составляющие изолированный кусочек ткани, могли размножаться. Оказалось, что ткани, изолированные от растения, перестают выполнять привычную для них работу, их строение упрощается, они «омолаживаются» и начинают усиленно размножаться и расти. В результате деления клеток возникает очень своеобразная ткань, которая называется *каллусной*. Каллусную ткань можно изолировать от первоначально взятой из растения ткани, разделить на кусочки и перенести на свежую питательную среду. Здесь клетки ее продолжают многократно делиться и расти.

В наше время техника выращивания тканей из любого органа самых различных растений хорошо разработана. Ткани, изолированные из корня редких и ценных лекарственных растений женьшеня и раувольфии, уже более десяти лет выращивают в Институте физиологии растений имени К. А. Тимирязева в Москве.

Ученые, исследующие изолированные ткани и клетки растений, работают в специальных стерильных боксах, тщательно стерилизуют руки, инстру-

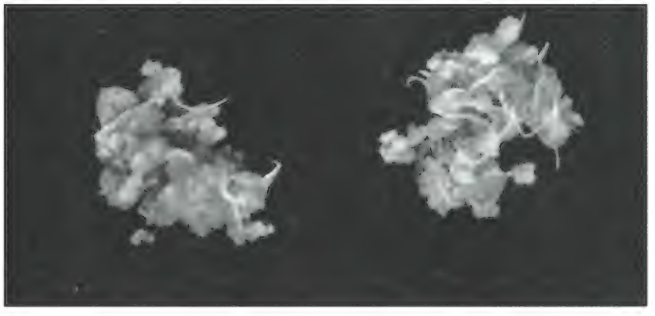
Рис. 1. Культура ткани корня моркови, изолированная Р. Готре в 1938 г. 30 дней выращивания на питательной среде.

Рис. 2. В таком аппарате выращивают суспензии тканей и клеток в жидкой питательной среде.



менты, питательную среду. Ведь растительные клетки не выдерживают борьбы с быстро размножающимися микроорганизмами за питательные вещества среды и гибнут. Если изолированные ткани своевременно (через 4—6 недель) и аккуратно, не заразив их, пересаживать на свежую питательную среду, они могут выращиваться длительное время. В 1938 г. Р. Готре изолировал кусочек ткани из корнеплода моркови. Обычно растение моркови живет 2 года, а потомство клеток изолированной из него ткани поддерживается в культуре уже более 30 лет и может выращиваться таким образом неограниченно долго (рис. 1).

Рис. 3. Образование корней тканью женьшеня.



Ткани можно выращивать не только на поверхности полутвердой питательной среды, но и в жидкости. Созданы специальные аппараты, в которых питательная жидкость перемешивается, отчего ткани и клетки получают кислород воздуха, необходимый им для дыхания (рис. 2).

В жидкой среде ткани обычно образуют взвесь, состоящую из отдельных свободноживущих клеток, небольших клеточных групп и кусочков ткани. (Взвеси, или суспензии,— жидкости, содержащие мелкораздробленные, чрезвычайно медленно оседающие частицы твердых тел.) Отдельные клетки можно выловить с помощью тонкого стеклянного капилляра и перенести опять на полутвердую питательную среду. Если такой отдельной клетке создать необходимые условия питания, а еще лучше — посадить близко от нее кусочек ткани, который будет снабжать клетку необходимыми для ее деления веществами (этот кусочек ткани называют тканью-нянькой), то клетка начинает быстро делиться и скоро образует колонию клеток, а затем и ткань. Для такой ткани характерна большая однородность.

Обычно ученые стараются создать для тканей условия питания, при которых ткани быстро растут и образуют однородную массу, такую, какая изображена на рисунке 1. Если изменить состав питательной среды, увеличить в ней содержание стимулирующих веществ, то в зависимости от вида стимулятора ткань начнет образовывать корни, или почки, или подобие зародыша, развивающегося в семени (рис. 3, 4).

Вспомним ту специализированную ткань, которая была изолирована из растения и дала начало культуре. Ее деятельность проходила под строгим контролем, и она выполняла ту работу, которая была необходима целому растению. Клетки и ткани, вышедшие из-под такого контроля, не только способны размножаться и расти — они могут дать начало целому растению (рис. 5). Омоложение этих клеток зашло так далеко, что они могут повторить весь путь развития сначала, т. е. становятся подобными той

Рис. 4. Образование стеблевых почек тканью табака.

Рис. 5. Цветущее растение табака, полученное из одной клетки.

единственной клетке, из которой развилось растение. При этом клетки твердо «помнят» свое происхождение, и, как бы долго ни выращивалась ткань в культуре, клетки табака образуют почку табака, клетки моркови — зародыш нового растения моркови.

Итак, из отдельной свободноживущей клетки можно в лабораторных условиях получить культуру ткани, а из ткани — растение. Легко представить себе, какие удивительные возможности открываются перед учеными — своими глазами увидеть тайну процесса превращения клетки в растение! Ведь этот процесс происходит в пробирке и колбе, где все условия строго контролируются и легко наблюдать все его стадии.

Культура изолированных тканей и клеток растений завоевала признание не только как метод изучения сложных вопросов развития растений — она находит и практическое применение. Оказывается, ткани и клетки лекарственных растений в изолированной культуре продолжают синтезировать важные для медицины вещества. Ткань женьшеня, например, содержит такие же вещества, поднимающие силы утомленного человека, как и сам знаменитый «корень жизни». В недалеком будущем на заводах, которые выпускают лекарственные препараты, появятся специальные цехи, где синтез лекарственных препаратов будет доверен тканям растений.

А какие широкие возможности открываются для генетиков и селекционеров, выводящих новые сорта растений! Изолированные ткани и клетки легко обрабатывать химическими веществами или излучениями, вызывающими мутации — изменения в наследственном аппарате клетки. Из таких тканей и клеток образуются растения с новыми, иногда очень ценными свойствами.

Совсем недавно исследователи, используя специальные ферменты, научились освобождать растительные клетки из прочной целлюлозной оболочки, которая их окружает. «Голые» протопласты (клетки без оболочки) можно заставить слиться, восстановить оболочку, начать делиться, образовать ткань, а затем и целое растение. Изучаются возможности «скрещивать» таким способом клетки очень далеких между собой видов растений. И уже можно мечтать о соединении в одном растении полезных свойств пшеницы и устойчивых и неприхотливых диких злаков или же помидоров и картофеля.

Культура тканей помогает селекционерам преодолевать также трудности, возникающие при скрещивании отдаленных форм растений. Из цветка растения одной из скрещиваемых форм выделяют семяпочку, помещают ее на питательную среду и здесь оплодотворяют пыльцой растений другой формы. Из оплодотворенной семяпочки в пробирке выращивается росток, который затем можно пересадить в грунт.

И наконец, культуру изолированных тканей можно использовать для «оздоровления» сортов культурных растений. Многие из них поражены вирусными заболеваниями, которые грозят уничтожить тот или иной ценный сорт. Из ростка такого растения можно выделить группу здоровых клеток и вырастить из них растение, не пораженное вирусом, а затем размножить его отводками, черенками или клубнями.

Анабиоз и состояние покоя в мире растений

В жаркий летний день в сосновом бору-беломошнике под ногами с хрустом ломается лишайник ягель (олений мох). На стволах сосен можно увидеть лишайник темно-серого цвета — пармелию. Он также совершенно сух и крошится в пальцах. Но в дождливый день ягель упруго приминается под ногами, пармелия также становится эластичной и, сорванная с дерева, уже не крошится. В зоне степей, на солонцеватой почве, встречаются какие-то корочки, которые даже и не напоминают растение. Но после сильного дождя эти корочки разбухают и приобретают синезеленоватый оттенок. Оказывается, это слизистые колонии синезеленой водоросли носток коммуне.

Эти низшие растения способны высыхать до воздушно-сухого состояния, не теряя при этом жизнеспособности. Некоторые организмы в высохшем состоянии способны существовать долгие годы. В 1962 г. американский ученый Камерон показал, что синезеленая водоросль носток, пролежавшая 107 лет в гербарии, вполне сохранила жизнеспособность и могла в благоприятных условиях продолжать свою жизнедеятельность.

Впервые это явление обнаружил знаменитый голландский ученый А. Левенгук в 1705 г., т. е. более двух с половиной столетий назад. Он открыл, что животные коловратки способны переносить высыхание. Ученый сделал вывод, что жизнь этих организмов при высыхании не прерывается, а приобретает скрытую форму. Это было совершенно верно. Во второй половине XIX в. это явление назвали *анабиозом при высыхании*. Это название не точно, так как слово «анабиоз» буквально означает «оживание» или «воскрешение». Фактически никакого «оживания» не происходит, потому что жизнь при анабиозе сохраняется. Все растения, впадающие в анабиоз при высыхании, обладают одной особенностью: они не регулируют свой водный режим, т. е. живут от дождя к дождю. Пройдет дождь — они впитают в себя влагу, а затем постепенно ее теряют и высыхают до воздушно-сухого состояния. Так приспособились к жизни многие мхи, лишайники и некоторые водоросли (например, те, которые покрывают зеленым налетом нижние части стволов елей). У них высыхание — нормальный процесс. А ведь для большинства растений потеря значительного количества воды — гибель.

Что же позволяет растениям выносить сильное обезвоживание и впадать в состояние анабиоза, при котором обмен веществ идет настолько замедленно, что практически равен нулю? При обезвоживании у растений, способных впадать в анабиоз, не нарушается процесс дыхания, он сохраняет свою, как говорят, энергетическую полноценность. Иными словами, при обезвоживании у этих растений продолжают образовываться богатые энергией соединения, такие, как АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Энергия, которая образуется в процессе дыхания почти до полного высыхания этих растений, передается всем структурам клетки, и все содержимое клетки, обезвоживаясь, переходит в студнеобразное состояние. У большинства же растений в этих условиях протопласт свертывается и погибает. В таком студнеобразном состоянии клетки могут годами и даже десятками лет сохранять свою жизнеспособность.

Сходный процесс происходит и при созревании семян. Не удивительно поэтому, что многие семена сохраняют всхожесть в течение долгого времени (см. т. 6 ДЭ, ст. «Семена»). Некоторые семена сохраняют ее десятилетиями и даже столетиями. Так, сохранили всхожесть семена лотоса, пролежавшие в торфяном болоте свыше тысячи лет. Но это скорее исключение, чем правило.

Возникает вопрос: если некоторые растения способны выносить без вреда почти полное обезвоживание, то нельзя ли заставить растение выносить и сверхнизкие температуры, впадая в анабиоз? Известно, что там, где бывают суровые зимы, древесные растения повреждаются под воздействием кристаллов льда. Можно ли добиться того, чтобы кристаллы льда вообще не образовывались в растениях или по крайней мере не вредили растению? Оказалось, что очень быстрое воздействие низких температур (температура жидкого воздуха — 190° и ниже) растения переносят сравнительно легко. Дело в том, что при температурах —150—200° вода, очень быстро охлаждаясь, застывает не в кристаллическом, а в аморфном виде и цитоплазма в клетках растений не повреждается. Некоторые исследователи считают, что при этом все же образуется кристаллический лед, но его кристаллы очень мелки и потому не повреждают содержимого клетки. Этот процесс получил название витрификации (остекления) цитоплазмы, а обратный переход растения из витрифицированного состояния в обычное — девитрификации. В одном из опытов ветки смородины выносили понижение температуры до —195° и после быстрого оттаивания оставались живыми.

В природе нет таких низких температур и процесс витрификации цитоплазмы не наблюдается. Но как же переносят зиму растения, не впадающие в анабиоз? Эти растения готовятся к зиме. Если летом ветку ели и сосны поместить в холодную камеру, уже при температуре —3° или —4° ветка погибнет. Зимой те же растения переносят морозы —40° и ниже без всякого повреждения. В чем же заключается подготовка растений к зиме?

Изменение состояния цитоплазмы в клетках почек смородины: *слева* — клетки в период покоя, *справа* — во время роста.

С осени, когда температура воздуха падает, растение сокращает расход веществ на процесс дыхания и начинает усиленно откладывать в запас углеводы (сахара, крахмал), белки, жиры. Одновременно оно начинает переходить в состояние покоя. При этом рост растения прекращается, резко замедляется интенсивность всех физиолого-биохимических процессов, а у листопадных пород опадают листья. Так растения проходят первую фазу закаливания (приспособления) к зиме. Однако в это время растения еще не приобретают высокую устойчивость к морозу. С первыми морозами в —4°, —5° растение теряет значительное количество воды, в нем происходят глубокие изменения внутреннего содержимого. Это вторая фаза закаливания. В процессе ее растение становится устойчивым к морозу, и эта устойчивость все возрастает в течение суровой зимы. В это же время происходит и переход растения в глубокий покой.

Летом замороженные растения гибнут потому, что быстро образовавшийся в их межклетниках лед давит на цитоплазму и повреждает ее. Зимой этого не происходит. Дело в том, что клетки растительных тканей связаны друг с другом особыми тяжами цитоплазмы — плазмодесмами, которые проходят сквозь поры из одной клетки в другую. При переходе растения в глубокий покой плазмодесмы втягиваются внутрь клетки, и цитоплазма теряет связь с оболочкой (обосабливается). На ее поверхности у древесных пород скапливаются жировые вещества.

Благодаря процессу обособления цитоплазмы кристаллы льда, возникающие в межклетниках, уже не оказывают давления на цитоплазму и не повреждают ее. Внутри клетки у закаленных растений лед образуется при значительно более низких температурах. Однако в очень суровые зимы озимые и плодовые насаждения все же частично гибнут. Можно ли бороться с повреждениями растений от морозов и в какой-то мере предупреждать вымерзание растений?

Несомненно. Наши ученые-селекционеры создавали и создают морозоустойчивые сорта плодовых и озимых культур. Большое значение имеют также агротехнические мероприятия: своевременная обрезка деревьев, обработка почвы, внесение удобрений, а также осенние поливы плодовых садов.

Порой растения гибнут от возврата холодов весной, когда они уже вышли из состояния покоя и легко повреждаются небольшими морозами. В этом случае применяются разные способы защиты растений.

Однако зимой растения гибнут не только от мороза, но и от других неблагоприятных условий. Так, озимые культуры часто повреждаются и даже гибнут от выпревания. Если снег падает на незамерзшую почву или образует слишком толстый покров, то растения не вступают в состояние покоя, интенсивно дышат, тратят запасы питательных веществ и погибают к весне от истощения.

Растения южного происхождения (огурцы, томаты, хлопчатник, дыни и др.) повреждаются не только низкими отрицательными температурами, но и низкими положительными. Растения огурца при температуре +3° погибают через 3—4 дня от нарушения обмена веществ. Под влиянием низкой температуры у них нарушаются физиолого-биохимические процессы, в частности процесс дыхания. Для повышения устойчивости южных растений к холоду прибегают к предпосевному закаливанию их семян, действуя на них переменной температурой (сначала +12°, потом +3°) в течение нескольких дней. Закаленные переменными температурами растения становятся более холодостойкими, лучше переносят низкие положительные температуры и даже небольшие заморозки, повышают урожайность.

Движения растений

Мир растений кажется нам неподвижным. Но если внимательно наблюдать за растениями, нетрудно убедиться, что это далеко не так. Прежде всего они растут и, значит, совершают *ростовые движения*. Посаженное во влажную почву семя фасоли трогается в рост, своим согнутым подсемядольным коленом пробуравливает почву и выносит на поверхность две семядоли. Они зеленеют и увеличиваются, затем начинают образовываться настоящие листья. Примерно через месяц с небольшим растение зацвело, а через два с лишним месяца на нем образовались плоды — бобы.

Хорошо можно увидеть ростовые движения у растений с помощью специальной киносъемки. То, что происходило в течение суток, проходит перед вами за несколько секунд: на ваших глазах распускаются цветочные почки плодовых деревьев, прорастают семена, проростки пробивают себе дорогу в почве, извиваясь как змеи.

Обычно ростовые движения очень медленны и потому незаметны для нас. Но побеги бамбука растут очень быстро — в среднем на 0,6 мм в минуту. Еще быстрее растут плодовые тела некоторых грибов. Например, плодовое тело гриба диктиофора вырастает за одну минуту на 5 мм.

Гораздо большей подвижностью, чем высшие растения (мхи, папоротники, хвойные и цветковые растения), обладают многие низшие растения (грибы и водоросли). Так, например, одноклеточная водоросль хламидомонада при помощи двух жгутиков легко перемещается из не освещенной солнцем стороны аквариума на освещенную. Так же движутся многие бактерии и зооспоры (клетки, служащие для размножения) многих водорослей и грибов.

Но вернемся к цветковым растениям. Мы уже знаем, что они совершают активные движения, связанные с процессами роста. Эти ростовые движения бывают двух типов: тропизмы и настии.

Тропизмы — это движения, вызванные односторонним раздражением растения каким-либо внешним фактором: светом, силой тяжести, химическими веществами. Если проростки пшеницы или овса поставить на подоконник, то через некоторое время они все повернутся в сторону света, окажутся как бы зачесанными в одну сторону. Это *фототропизм*. Благодаря ему растения лучше используют энергию солнечного луча.

Почему стебель обычно растет вверх, а корень вниз? Оказывается, стебель и корень по-разному отвечают на действие силы тяжести, и потому их движения — *геотропизм* — направлены в разные стороны. Стебель растет в направлении, противоположном действию силы тяжести (отрицательный геотропизм), а корень — по направлению действия этой силы (положительный геотропизм).

Любой тропизм может быть отрицательным или положительным. Пыльцевая трубка пыльцевого зерна, проросшего на рыльце пестика растения своего вида, растет прямо и достигает семязачатка (семяпочки). Это положительный *хемотропизм*. Если же пыльцевое зерно попадает на рыльце цветка чужого вида, то трубка вначале растет прямо, а затем загибается в обратную сторону. Это отрицательный хемотропизм. В данном случае он препятствует оплодотворению яйцеклетки в семязачатке. Очевидно, вещества, выделяемые пестиком растения своего вида, вызывают положительный хемотропизм, а чужого вида — отрицательный.

Как мы убедились, тропизмы играют большую роль в жизни растения. Начало изучению причин, вызывающих тропизмы, положил великий английский ученый Чарлз Дарвин. Он установил, что восприятие раздражения происходит в точке роста растения, а изгиб — ниже, в зоне растяжения клеток. Дарвин высказал предположение, что в точке роста образуется вещество, которое притекает затем к зоне

Листья герани поворачиваются к свету — это фототропизм.

Кислица при раздражении, складывая листья, совершает сократительные движения.

При ярком солнечном свете соцветия одуванчика открываются, с уменьшением освещенности они закрываются — это фотонастия.

растяжения, где и происходит изгиб. Эта мысль Дарвина не была понятна современникам и подверглась резкой критике. Только в XX в. опытным путем было доказано, что Дарвин был прав. Оказалось, что в верхушках (конусах нарастания) стебля и корня образуется гормон гетероауксин — органическая (бета-индолилуксусная) кислота. Под влиянием освещения происходит неравномерное распределение гетероауксина в растении: на освещенной стороне гетероауксина меньше, а на теневой больше. Гетероауксин вызывает усиленный обмен веществ в цитоплазме и этим способствует более интенсивному росту растения, так как он тесно связан с обменом веществ. Поэтому теневая сторона растения растет сильнее и оно изгибается в сторону света.

Познакомимся теперь с настиями растений. *Настии* — это движения, связанные с рассеянным (диффузным) влиянием окружающих условий на растения. Настии тоже бывают положительными и отрицательными. Утром, при ярком солнечном свете, открываются соцветия (корзинки) одуванчика; с уменьшением освещенности они закрываются. Это пример положительной *фотонастии*. Цветки душистого табака, наоборот, раскрываются в вечернее время, с уменьшением освещенности. Это отрицательная фотонастия. У шафрана цветки закрываются при снижении температуры воздуха — это *термонастия*. В основе настий тоже лежит неравномер-

ный рост. Если сильнее растет верхняя сторона лепестков цветка — он раскрывается, если нижняя сторона — он закрывается.

Некоторые растения совершают движения более быстрые, чем ростовые. Таковы, например, *сократительные движения* листьев у стыдливой мимозы и кислицы. Стыдливая мимоза — растение родом из Индии — при прикосновении быстро складывает свои листья. У нас есть своя северная стыдливая мимоза — это широко распространенная в наших лесах кислица (заячья капуста). В 1871 г. профессор А. Ф. Баталин возвращался на извозчике в город после загородной прогулки в окрестностях Петербурга. Ехал он по очень тряской булыжной мостовой и вдруг заметил, что собранная им кислица сложила листья. Так было открыто удивительное свойство этого растения складывать листья под влиянием раздражения. Кислица складывает листья и вечером, причем в пасмурную погоду это происходит обычно на час раньше, чем в ясную. Наблюдая в лесу за кислицей, вы увидите, что листья у нее сложены там, где на них падают солнечные блики. Значит, кислица складывает листья не только от темноты, но и от сильного света. Если кислицу, растущую в тарелке или блюдечке, выставить на сильный солнечный свет, она на глазах, в течение 3—5 мин, сложит свои листья. Если затем ее поставить в тень, она раскроет листья не скоро, а через 40—50 мин.

Отчего же зависят движения листьев стыдливой мимозы или несколько более медленные движения листьев кислицы? Механизм этих движений связан с особыми сократительными белками, сокращающимися при раздражении. При их сокращении тратится энергия, образуемая в процессе дыхания. Она накапливается в растении в виде богатого энергией фосфорного соединения — аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), связанной с сократительными белками. При раздражении особый фермент разлагает АТФ, связь ее с сократительными белками распадается, при этом освобождается заключенная в АТФ энергия. Она и расходуется на сокращение белков — листья складываются. Через определенное время в процессе дыхания снова образуется АТФ и восстанавливается ее связь с сократительными белками — листья растения раскрываются. Вот почему у кислицы после раздражения ее сильным светом листья распрямляются не сразу.

Таким образом, складывание листьев у стыдливой мимозы и кислицы связано не только с изменениями в окружающей среде, но и с внутренними факторами, и в частности с процессом дыхания. Мы уже отмечали, что кислица складывает свои листья вечером, когда начинает темнеть. Раскрывает их она не с первыми лучами солнца, а еще ночью, в полной темноте, когда в процессе дыхания в ее клетках накопится достаточно АТФ, чтобы восстановилась связь между АТФ и сократительными белками.

Наблюдения за кислицей в природе принесли и другую неожиданность. Летом в лесу среди растений кислицы с открытыми листьями встречалось иногда несколько экземпляров со сложенными. Оказалось, что эти растения цвели, хотя цветение их было внешне незаметно, так как кислица летом, в отличие от весеннего цветения, образует невзрачные нераскрывшиеся цветки. Очевидно, во время цветения у кислицы тратится много веществ на образование цветков и не хватает энергии для того, чтобы раскрыть листья.

В основе сократительных движений у растений и животных лежат общие причины. Об этом свидетельствуют их сходные ответные реакции на раздражение. Мимоза и кислица, как и животные, имеют скрытый период раздражения, который составляет 0,1 с. При длительном раздражении у мимозы наблюдаются явления утомления и скрытый период раздражения удлиняется до 0,14 с.

Помимо перечисленных нами движений существуют еще движения, связанные с изменением напряжения тканей под влиянием прикосновения. Например, при прикосновении зрелый плод растения бешеного огурца как бы «выплевывает» свои семена. При надавливании или при потере воды тургор внутренних тканей околоплодника повышается неравномерно, и плод мгновенно раскрывается. Подобную картину можно наблюдать, коснувшись плодов растения недотроги.

Возможно, что во многих случаях настий большое значение имеют сократительные движения, а не ростовые, но это еще предстоит окончательно доказать.

Как растения борются с засухой и засолением почвы

В большинстве районов Средней Азии земледелие невозможно без орошения. Сельскохозяйственные растения здесь страдают от засухи, т. е. от недостатка воды в почве и от слишком сухого и горячего воздуха.

В то же время в пустынях есть много растений, которые приспособились к этим суровым условиям, хорошо растут и развиваются. Им помогает переносить жестокую засуху и успешно бороться с ней целый ряд приспособительных свойств. Эти свойства у растений пустыни возникли не сразу. Сменились многие тысячи поколений, многие из видов погибли. Выжили лишь те виды, у которых под влиянием окружающих условий в процессе естественного отбора закрепились и развились особенности, помогавшие им бороться с засухой.

Растения, хорошо переносящие засуху, есть не только в пустынях, но и в степях. В степях осадков больше (300—350 мм в год), но летом почти всегда, хотя бы и на короткий срок, бывает засуха. Растения, хорошо переносящие засуху, получили название *ксерофитов* (от греческих слов «ксерос» — сухой и «фитон» — растение).

Наиболее известные ксерофиты — кактусы, жители пустынь Северной и Центральной Америки. Кактусы разводят любители комнатных цветов. Академик Н. А. Максимов удачно назвал кактусы растениями-скопидомами. Действительно, в период дождей кактусы запасают воду в стеблях, поглощая ее сильно разветвленной, но лежащей в почве неглубоко корневой системой. Листья у них изменились и стали колючками. Кактусы покрыты толстой кутикулой и очень экономно расходуют воду. В то же время они устойчивы к действию высоких температур. Многие кактусы без особого вреда выносят нагревание до 62° и даже несколько выше. Это наиболее жароустойчивые цветковые растения на Земле.

Кроме кактусов, запасающих воду в стеблях, существуют растения, запасающие воду в листьях. К ним относится комнатное растение алоэ. В диком виде оно растет в южноафриканских пустынях. В средней полосе нашей страны на песчаной почве растет небольшое цветущее золотисто-желтыми цветками растение очиток едкий. Листья очитка мясистые, с запасами воды, которые растение расходует, когда нет дождей.

Многие кустарники и небольшие деревья в пустынях Средней Азии добывают воду при помощи глубоко уходящей в почву корневой системы. Среди побуревшей растительности выжженной солнцем глинистой среднеазиатской пустыни выделяются ярко-зеленые кусты с очень мелкими листьями и массой колючек. Это верблюжья колючка. В тканях верблюжьей колючки много сахара, но питается ею только неприхотливый верблюд. Почему же верблюжья колючка чувствует себя хорошо, когда большинство других растений пустыни погибают от засухи? Дело в том, что длинный корень колючки доходит до грунтовой воды — до глубины 10—20 м. Когда рыли Суэцкий канал, то в одном месте обнаружили корень верблюжьей колючки на глубине 33 м. Поэтому-то колючка и не испытывает недостатка в воде. Испаряя воду, она охлаждает свои ткани и может перенести высокую температуру воздуха.

У растений существуют и другие способы борьбы с засухой. В песчаных пустынях Средней Азии встречаются прутообразные кусты джузгуна (каллигонума). Его листья срослись со стеблями. Листовая поверхность у джузгуна меньше, чем у других растений, а поэтому и испарение воды сравнительно небольшое.

В западносибирской степи обращает на себя внимание маленькое сизое растение — вероника сизая. Стебель и листья у нее опушены волосками. Волоски эти быстро отмирают и заполняются воздухом. Воздух плохо пропускает тепло, потому вероника сизая не так сильно нагревается солнечными лучами. Кроме того, вероника сравнительно легко переносит высыхание. Она может потерять до 60% содержащейся в ней воды и все же пережить засуху. Такими же свойствами отличается и полынь сизая.

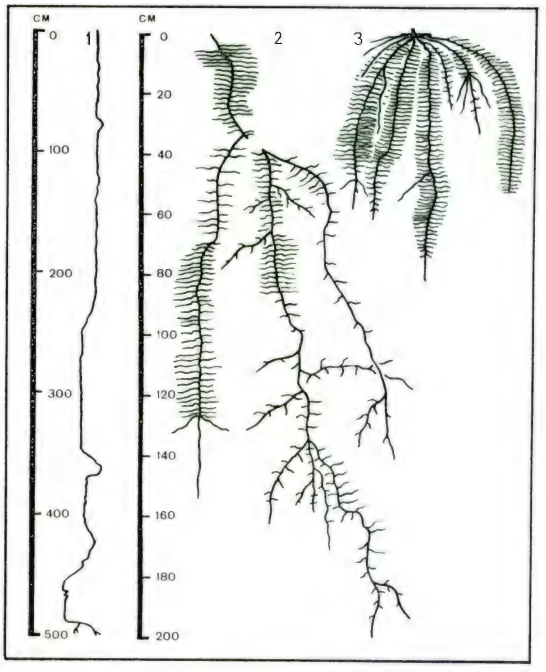
В степях во время и после дождя можно заметить на поверхности почвы небольшие темно-зеленые комочки синезеленой водоросли носток. Когда нет дождей, носток высыхает, становится маленькой сухой буровато-серой корочкой, которую трудно заметить. В таком виде носток переносит засуху, а растет и развивается после выпавшего дождя и осенью.

В глинистых пустынях Средней Азии ранней весной почва почти сплошь покрыта *эфемерами* (от греческого слова «эфемерос» — однодневный) — растениями из различных семейств: злаковых, крестоцветных, маковых и др. Эти растения борются с засухой, как бы обгоняя ее: у них очень быстрое развитие. Весной в почве пустыни есть влага и температура воздуха умеренная. Эфемеры используют это и быстро заканчивают свой рост и развитие. За 5—6 недель они успевают зацвести и принести семена, которые пролежат в сухой почве до следующей весны.

Кроме однолетних эфемеров в пустыне есть и многолетние *эфемероиды*. К эфемероидам относятся

Кактусы — самые жароустойчивые растения на Земле.

Многие растения степей добывают воду глубоко уходящей в почву корневой системой:
1 — корень фалькарии;
2 — корень шалфея;
3 — корень вероники сизой.



растущие в степях и пустынях тюльпаны, песчаная осока и ряд других растений. Они переживают засуху, образуя корневища, клубни и луковицы. Все эти части растений находятся в почве и защищены от потери воды специальными покровами. Эфемероиды, как и эфемеры, успевают принести потомство (семена) весной. Когда приходит засуха, она им уже не страшна.

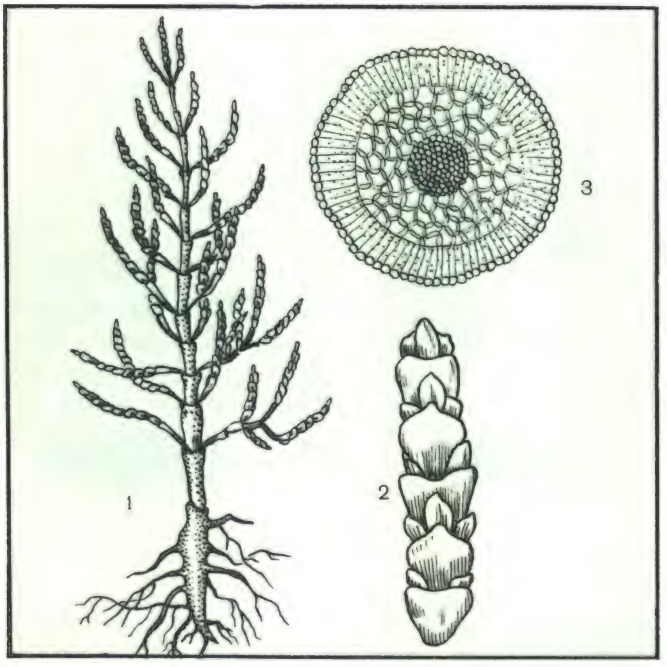
Ксерофиты встречаются не только в степях и пустынях. Есть они и в средней полосе, и даже в северной части нашей страны. Например, лишайник ягель, как почти все лишайники, хорошо переносит высыхание, а после дождя вновь начинает расти.

Не менее интересна группа растений *галофитов* (от греческого слова «гальс» — соль). Они растут на засоленной почве: по берегам морей или в засушливом климате (в зоне степей, полупустынь и пустынь). В засушливом климате с поверхности почвы сильно испаряется вода, а растворенные в ней соли (поваренная соль, сернокислый натрий, сода и др.) поднимаются с водой наверх и остаются в почве. Так образуются солончаки, на которых могут расти только одни галофиты. Обычно в самом центре солончака, где засоление наиболее сильно, растений совсем нет, а только белеют «выцветы» солей. Вокруг лишенного растительности пятна, там, где солей уже меньше, поселяется самое солеустойчивое на свете растение — солерос. Вид у солероса необычный. Это небольшое, высотой от 10 до 30 см, однолетнее травянистое растение. Оно состоит из отдельных члеников, толстых и мясистых. Каждый такой членик представляет сросшийся с листом стебель. Внутри своих тканей солерос накапливает соли. Когда в ткани оказывается слишком много солей, отдельные членики отпадают. Так солерос защищается от избытка солей внутри своего организма. Бок о бок с солеросом растет сведа, имеющая стебель и толстые мясистые листья. Она хуже, чем солерос, выдерживает засоление почвы. Несколько иным образом борется с засолением кермек, обладающий прикорневой розеткой листьев. В жаркий солнечный день листья кермека покрывает похожий на муку белый налет. Попробуйте лизнуть этот налет языком, и вы почувствуете солено-горький вкус. Через особые желёзки кермек выделяет избыток солей на поверхность листа, а отсюда их смывает дождь. Так же выделяет соли и среднеазиатский кустарник тамарикс.

По самому краю солончака растет особый вид полыни — полынь солончаковая. Она может расти на засоленной почве, но отличается от солероса и кермека тем, что поглощает из почвы очень мало солей.

Галофиты, несомненно, произошли в далеком прошлом от глюкофитов, т. е. растений, растущих на незасоленной почве (от греческого слова «глюкос» — сладкий). В процессе естественного отбора

Галофит солерос:
1 — общий вид;
2 — веточка;
3 — поперечный разрез веточки.

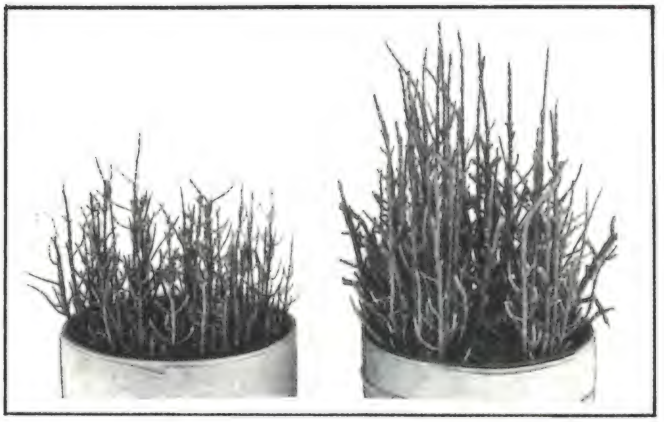


среди глюкофитов, поселявшихся на засоленной почве, выживали те, которые были способны переносить засоление. Теперь многие галофиты уже не могут жить в ином месте и лучше развиваются при сравнительно высоком содержании солей в почве. Их происхождение от глюкофитов подтверждается и тем, что семена многих галофитов лучше прорастают на малозасоленной почве. Обычно осенью, зимой и ранней весной солончак отмывается от солей, вернее соли уходят вместе с дождевой водой в более глубокие слои почвы. Семена солероса прорастают, когда в почве почти совсем нет солей. Затем понемногу соли поднимаются с испаряющейся водой наверх, где их поглощают корни проросшего растения.

Своеобразно приспособилась к засолению *мангровая растительность*. Мангровые растения растут по побережьям тропических морей — в заливах, проливах или в устьях рек, там, куда не доходит морской прибой. Очень часто мангровой растительностью покрыты внутренние берега коралловых атоллов. В тропической части Китая, на острове Хайнань, мангровые представляют собой кустарники значительно выше человеческого роста. В Индонезии некоторые мангровые достигают 20 и более метров высоты (см. рис. на стр. 158).

Большинство мангровых растений — деревья с гладкими кожистыми листьями, они напоминают комнатные фикусы, но стоят как бы на огромных

Солерос лучше развивается на засоленной почве. В сосуде слева почва незасоленная, в сосуде справа — засоленная. Посеяны растения одновременно.



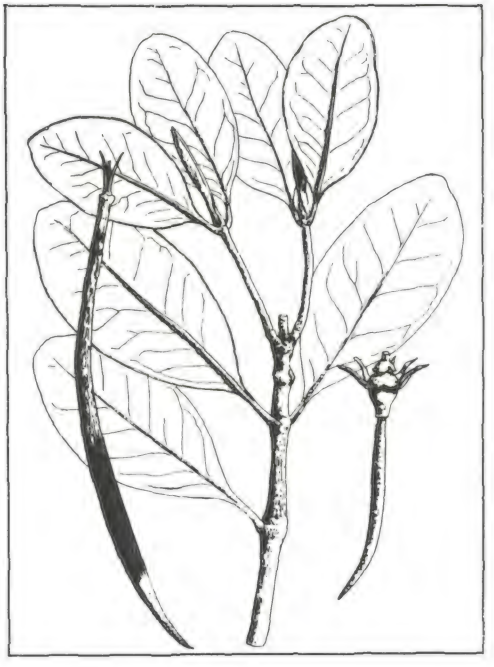
подпорках. Это ходульные корни, они помогают мангровым растениям вынести крону выше уровня прилива. С поверхности почвы поднимаются вверх искривленные дыхательные корни. С их помощью многие мангровые поглощают из атмосферы кислород. В почве мангровым его не хватает, так как она затопляется приливом.

Самое удивительное у многих мангровых то, что это растения живородящие: их семена прорастают на материнском растении. Плоды с проросшими семенами свешиваются с деревьев в виде длинных образований, достигающих у некоторых пород 30 см. На поверхности почвы, где растут мангровые, обычно лежит большое количество таких проростков, отпавших от материнского растения. У многих из проростков на нижнем конце можно заметить корни, идущие в грунт. Все исследователи, изучавшие жизнь мангровых растений, утверждают, что корни на этих проростках образуются очень быстро (за несколько часов), и проросток легко укореняется в илистом либо песчаном грунте. Если бы семя мангровых пород упало в морскую воду непроросшим, оно быстро отравилось бы солями. Однако этого не происходит, потому что семя прорастает на материнском растении. Получая от него питательные вещества и соли, оно приспосабливается к засолению. Оторвавшемуся от материнского растения проростку уже не страшно сильное засоление.

Изучение засухоустойчивых и солестойких растений помогает человеку расширить посевы культурных растений за счет пустынь и засоленных почв. Зная, как дикорастущее растение защищается от засухи и избытка солей, можно повысить устойчивость растений к засухе и высокому содержанию солей в почве, т. е. увеличить их засухоустойчивость и солеустойчивость. Для этого путем отбора выводят сорта различных культурных растений, которые

Растения, не приспособленные к засолению, развиваются на засоленной почве плохо. Во всех трех сосудах растения хлопчатника посеяны одновременно. *Слева направо:* почва без засоления, почва засолена сульфатами, почва засолена хлоридами.

Ветка мангрового растения канделии; *слева* и *справа* — проростки, отрывающиеся от материнского растения и после падения укореняющиеся в почве.



Оба растения томата испытывают влияние почвенной засухи. *Справа* — томаты, выращенные из семян, прошедших предпосевное закаливание; *слева* — контрольное растение, завядшее из-за недостатка воды.

смогут противостоять вредному влиянию засухи или засолению почвы. Применяют агротехнику и мелиорацию (удобрения, гипсование солонцов и т. д.). Кроме того, в известной мере к засухе и засолению почвы можно заставить растение приспособиться.

Для повышения засухоустойчивости намачивают семена молодых растений в определенном, неодинаковом для разных растений количестве воды, а затем подсушивают их в течение нескольких дней на воздухе. Во время подсушивания семена испытывают своеобразную засуху и сравнительно легко приспособляются к ней. Выросшие из таких семян растения отличаются значительной засухоустойчивостью и приносят в засушливых условиях повышенный урожай. Так, например, в одном из опытов незакаленное просо на площади 100 га дало урожай зерна 15 ц с гектара, в то время как закаленные против засухи растения дали 20 ц с гектара на той же площади.

При солевом закаливании семена растений выдерживаются перед посевом несколько часов в солевых растворах. После этого они приобретают повышенную солеустойчивость и приносят больший урожай на засоленной почве, так как поглощают меньше вредных солей из почвы и проявляют пониженную чувствительность к ядовитому действию солей.

Так, используя природную способность растительного организма приспосабливаться к неблагоприятным условиям существования, можно существенно изменить свойства культурных растений и значительно повысить их урожайность.

Как размножаются растения

Как и все живые организмы, растения размножаются. Существует три способа размножения растений — *вегетативный, бесполый* и *половой*. При вегетативном способе новая особь образуется из части вегетативных органов растений, т. е. листа, стебля или корня. Иногда новая особь возникает даже из отдельной клетки того или иного вегетативного органа растения. При бесполом размножении у растений образуются особые клетки (споры), из которых вырастают новые самостоятельно живущие особи, сходные с материнской. Этот способ размножения свойствен некоторым водорослям (рис. 1) и грибам (см. ст. «Грибы»). Половое размножение принципиально отличается от вегетативного и бесполого. Половой процесс в растительном мире крайне разнообразен и часто очень сложен, но по существу сводится к слиянию двух половых клеток — *гамет*, мужской и женской.

Гаметы возникают в определенных клетках или органах растений. В некоторых случаях гаметы одинаковы по размерам и форме, обе имеют жгутики и потому подвижны. Это *изогамия* (рис. 3). Иногда они несколько отличаются друг от друга размерами. Это *гетерогамия* (рис. 2). Но чаще — при так называемой *оогамии* — размеры гамет резко различны: мужская гамета, называемая *сперматозоидом*, небольшая, подвижная, а женская — *яйцеклетка* — неподвижная и крупная (рис. 4). Процесс слияния гамет называется *оплодотворением*. Гаметы имеют в своем ядре по одному набору хромосом, а в образовавшейся после слияния гамет клетке, которая называется *зиготой*, число хромосом удваивается (см. ст. «Клетка»). Зигота прорастает и дает начало новой особи.

Половой процесс осуществляется у растения в определенное время и на определенном этапе развития. На протяжении своего развития растение может размножаться также и бесполым путем (с образованием спор) и вегетативно.

Половое размножение возникло в растительном мире в процессе эволюции. У синезеленых водорослей его еще нет. Они размножаются только вегетативно, путем деления клетки на две. У большинства водорослей и грибов, а также у всех высших наземных растений половой процесс отчетливо выражен. Половое размножение очень важно для организма, так как благодаря слиянию отцовской и материнской клеток создается новый организм, который имеет бóльшую изменчивость, лучше приспособлен к условиям окружающей среды.

Наиболее прост процесс полового размножения у одноклеточных водорослей, например у хламидомонад. Хламидомонада размножается как бесполым, так и половым путем. При бесполом размножении хламидомонада теряет жгутики и делится на 2, 4 (реже 8) клетки-споры. Каждая из них снабжена двумя жгутиками. Это *зооспоры*. После разрушения оболочки клетки, внутри которой они сформировались, зооспоры разбегаются и дорастают до размеров материнской клетки (рис. 1).

Рис. 1. Бесполое размножение хламидомонады: *1* — хламидомонада; *2* — образование зооспор; *3* — выбегание зооспор.

Внизу — рис. 2. Гетерогамия у хламидомонады. Обе гаметы подвижны, но отличаются размерами.

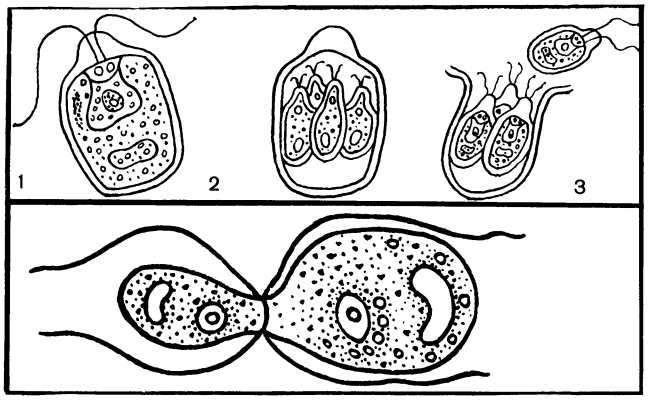


Рис. 3. Изогамия у хламидомонады: *1* — образование гамет; *2* — гаметы; *3* — слияние гамет; *4* — зигота (видны жгутики); 5 — зигота со сброшенными жгутиками; *6*, *7*, *8* — прорастание зиготы и образование четырех новых особей хламидомонады.

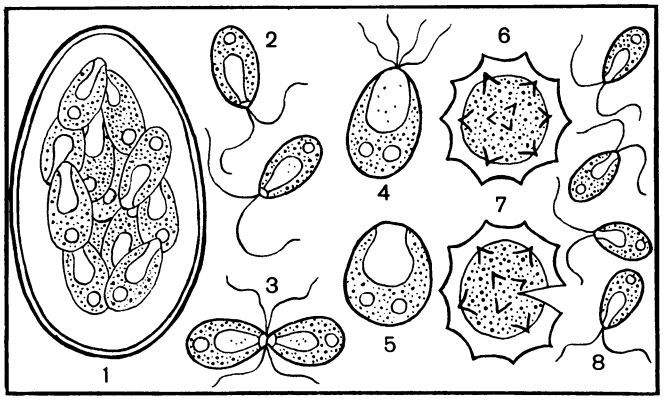
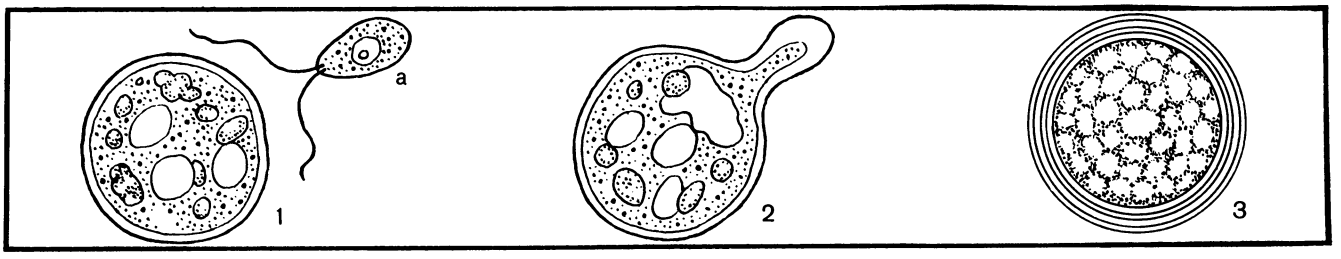


Рис. 4 Оогамия у хламидомонады: *1* — неподвижная яйцеклетка, *а* — сперматозоид; *2* — оплодотворение (слияние сперматозоида с яйцеклеткой); *3* — зигота, покрывшаяся толстой оболочкой.



При половом размножении (рис. 3) содержимое клетки хламидомонады делится и образуется большое число гамет (32 или даже 64). Потом оболочка материнской клетки прорывается, и гаметы, имеющие по два жгутика, выходят в воду, плавают, соединяются попарно своими носиками, где расположены жгутики, и, наконец, полностью сливаются друг с другом. У большинства хламидомонад трудно отличить, какие гаметы мужские, какие женские. Они одинаковы по форме и одинаково подвижны. Однако есть некоторые виды хламидомонад, которые образуют неподвижные крупные женские гаметы (яйцеклетки), а другие особи — мелкие подвижные мужские гаметы (сперматозоиды). После слияния гамет жгутики исчезают, образуется зигота, которая сразу же покрывается оболочкой (рис. 4).

Через некоторое время зигота прорастает. Первое деление ее ядра редукционное — особое деление ядра, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое (см. ст. «Клетка»). В результате второго деления каждого из ядер образуются 4 клетки с одним набором хромосом в их ядрах. Оболочка зиготы лопается, и новые клетки выходят в воду, плавают при помощи двух жгутиков. Достигнув размеров материнской клетки, они могут снова размножаться бесполым и половым путем.

Период от появления гаметы и до образования новых гамет называют *циклом развития растения*.

У некоторых многоклеточных водорослей обе половые клетки неподвижны. Так, у спирогиры при половом процессе содержимое одной клетки переливается в другую, где и происходит слияние их цитоплазмы, ядер и образуется зигота. У других многоклеточных водорослей процесс полового размножения более сложен.

Этот процесс очень разнообразен у наземных растений. У мхов, папоротников, голосеменных, например у хвойных, а также у цветковых растений он происходит по-разному. В связи с выходом из воды на сушу у мхов, папоротников, хвощей, плаунов и у семенных растений сильно усложнилось не только строение, но и процесс размножения. У них, как и у многих водорослей, наблюдается правильное чередование бесполого и полового поколений. Зигота прорастает без редукционного деления, и развивающаяся из нее особь имеет двойной набор хромосом.

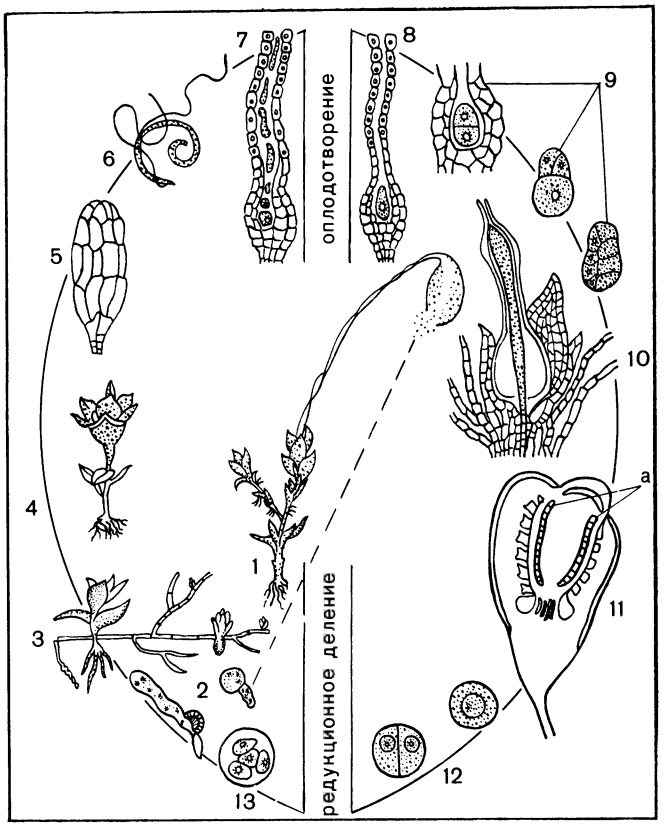


Рис. 5. Развитие мхов: *1* — взрослое растение; *2* — прорастание споры (2 фазы); *3* — предросток с молодыми растениями мха; *4* — мужское растение с антеридиями; *5* — антеридий; *6* — сперматозоид; *7* — архегоний, готовый к оплодотворению; *8* — оплодотворенный архегоний; *9* — первые стадии развития спорогона; *10* — молодой спорогон внедрился ножкой в верхушку стебля; *11* — зрелая коробочка с клетками (*а*), из которых в дальнейшем образуются споры; *12* — подготовка клеток к редукционному делению; *13* — гаплоидные споры.

Это бесполое поколение, так как на таком растении образуются споры. При формировании их происходит редукционное деление, в результате которого спора получает один набор хромосом.

Прорастающая спора дает начало половому поколению — организму, который образует половые клетки — гаметы. Все клетки этой особи несут один набор хромосом. Образующаяся в результате оплодотворения гамет зигота снова прорастает и дает бесполое поколение (с двойным набором хромосом). В цикле развития растения может преобладать половое (мхи) или бесполое (остальные высшие растения) поколение.

Рассмотрим цикл развития *мха кукушкин лен* (рис. 5). Стебли этого мха небольшие, крепкие, с многочисленными мелкими, узкими, жесткими листьями. На верхушке некоторых из этих стеблей развиваются коробочки, сидящие на удлиненной ножке и покрытые колпачком, как капюшоном *(1)*. Коробочка на ножке называется спорогоном. В самой коробочке, покрытой крышечкой, образуется масса спор. Они мелкие, как пыль. При их образовании происходит редукционное деление, и споры получают по одному набору хромосом (гаплоидные споры). После их созревания колпачок сбрасывается, крышечка коробочки отскакивает, и споры высыпаются наружу. Споры попадают на почву и при влажной погоде прорастают *(2)*. Образуется зеленая ветвистая многоклеточная нить, стелющаяся по влажной поверхности почвы, а погруженные в почву бесцветные нити всасывают почвенные растворы. Зеленая нить называется предростком *(3)*. На предростке образуются почки. Из почек развиваются новые стебли кукушкина льна.

На верхушках одних стеблей появляются многоклеточные небольшие кувшинообразные выросты, сидящие на небольшой ножке. Это женские половые органы, или *архегонии*. В их нижней расширенной части помещается одна неподвижная яйцеклетка. На верхушках других стеблей мха вырастают многоклеточные, но одностенные удлиненные мешочки — *антеридии (4, 5)*. Внутри них образуются многочисленные мелкие мужские гаметы — сперматозоиды *(6)*. Во время дождя или обильной росы мешочки лопаются вверху, и из них в слизистой массе выступает множество сперматозоидов, снабженных двумя жгутиками, с помощью которых они двигаются к верхушке тех стеблей кукушкина льна, где находятся архегонии. Проникнув через шейку архегония внутрь, сперматозоид сливается с яйцеклеткой *(7, 8)*. В результате образуется зигота, которая прорастает без редукции хромосом здесь же, на верхушке стебля кукушкина льна, образуя бесполое поколение — спорогон, состоящий из коробочки и ножки. Ножка спорогона внедряется в ткани стебля и высасывает из него питательные вещества *(9, 10)*. В коробочке спорогона образуются споры *(11, 12, 13)*. Таков цикл развития мхов. У них преобладает половое поколение (само растение мха).

Теперь рассмотрим цикл развития у *папоротника щитовника*, распространенного по тенистым местам в лиственных лесах (рис. 6, 7). Из верхушки его подземного корневища ежегодно вырастает пучок перистосложных листьев *(1)*. На нижней поверхности листьев вдоль средней жилки легко заметить кучки спорангиев — так называемые сорусы, закрытые покрывалом, напоминающим в поперечном разрезе раскрытый зонтик *(2, 3)*. Двояковыпуклый спорангий имеет вид чечевицы и расположен на ножке. Внутри спорангия масса мелких спор, возникших в результате редукционного деления.

В сухую погоду, когда споры уже созрели, спорангий вскрывается *(4)*. Высыпавшиеся от резкого толчка споры рассеиваются и попадают на поверхность почвы. Попав в благоприятные условия — тепло и влагу, спора прорастает и образует очень ма-

Рис. 6, 7. Папоротник: *1* — внешний вид папоротника (бесполое поколение); *2* — долька листа с нижней стороны (видны сорусы, одетые покрывалом); *3* — разрез соруса, *а* — спорангии, *б* — покрывало; *4* — отдельный спорангий, из которого высыпаются споры.

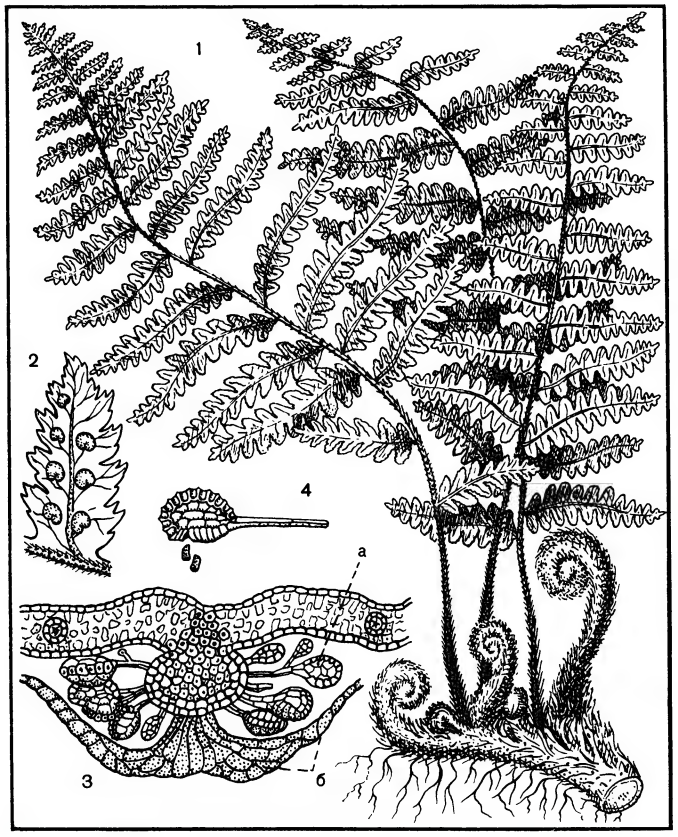
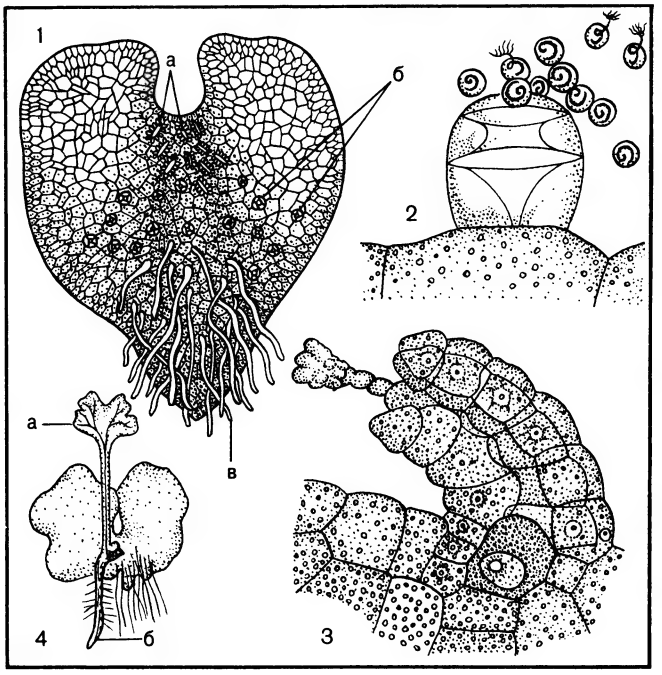


Рис. 8. Половое размножение папоротника: *1* — заросток, *а* — архегонии, *б* — антеридии, *в* — ризоиды; *2* — из зрелого антеридия выходят сперматозоиды; *3* — архегоний, готовый к оплодотворению; *4* — заросток с молодым спорогоном, *а* — первый лист, *б* — корешок.



ленькую (2—5 мм в диаметре) тонкую зеленую пластинку сердцевидной формы — за́росток (рис. 8). Своей нижней поверхностью заросток плотно прижимается к земле благодаря ризоидам, всасывающим из почвы растворы минеральных солей. Заросток папоротника обоеполый: на его нижней поверхности расположены женские (архегонии) и мужские (антеридии) половые органы. Заросток и представляет собой половое поколение папоротника. Во время дождя или обильной росы многожгутиковые сперматозоиды выходят из антеридия в воду и направляются к архегонию. Там происходит оплодотворение, после чего получается зигота — клетка с двойным набором хромосом. Она прорастает здесь же, на заростке, и образуется зародыш. Разрастаясь все больше и больше, он образует все части взрослого растения: стебель, лист, корни. Затем на нижней поверхности листа взрослого растения снова появляются сорусы со спорангиями.

Таким образом, в цикле развития папоротника преобладает бесполое поколение, формирующее спорангии со спорами (сам папоротник). Половое поколение (заросток) имеет незначительные размеры

Рис. 9. Мужские и женские шишки сосны: *1* — собрание мужских шишек; *2* — молодая женская шишка на верхушке побега; *3* — прошлогодняя женская шишка; *4* — чешуйки мужской шишки (вид сбоку и снизу); *5* — чешуйки женской шишки (вид с наружной и внутренней стороны); *6* — чешуйка зрелой женской шишки с двумя крылатыми семенами, отдельно изображены крылышко и семя; *7* — продольный разрез мужской шишки, на оси расположены чешуйки со спорангиями; *8* — отдельный спорангий со спорами (пылинками).

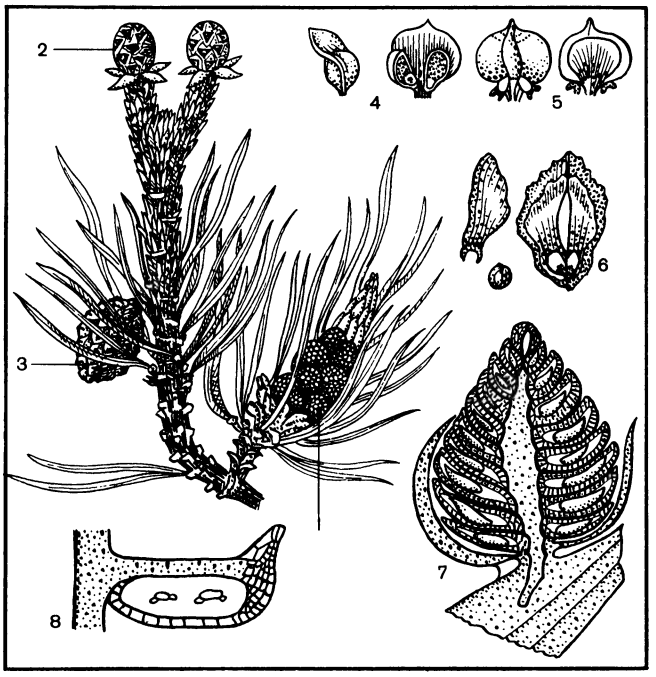
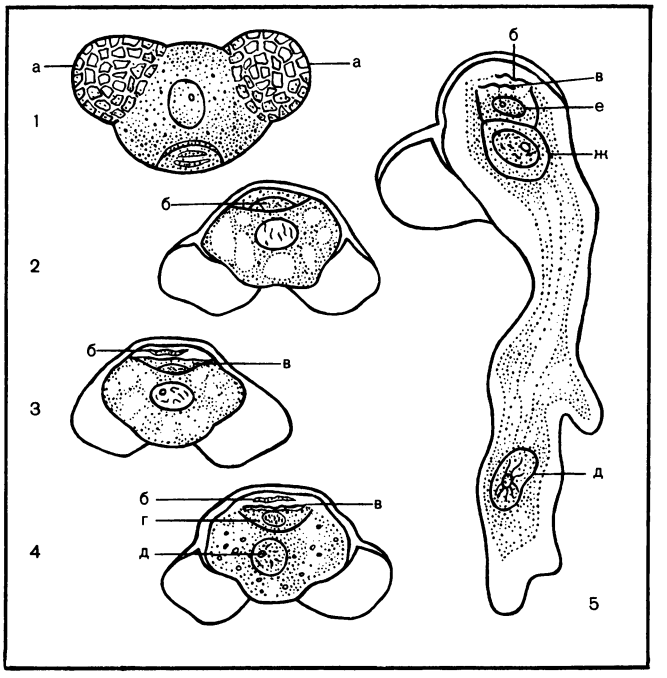


Рис. 10. Пылинка (спора) и развитие мужского заростка сосны: *1* — зрелая спора, *а* — воздушные мешки; *2—5* — прорастание споры и образование мужского заростка, *б, в* — рано исчезающие клетки заростка, *г* — антеридиальная клетка, *д* — вегетативное ядро (ядро клетки пыльцевой трубки), *е* — сестринская клетка, *ж* — генеративная клетка (при дальнейшем ее делении образуются два спермия — мужские гаметы).



и существует недолго. Оба поколения существуют раздельно, самостоятельно. Подобным же образом размножаются хвощи и плауны, которые вместе с папоротниками объединяют в класс папоротникообразных.

По-другому идет размножение у *семенных* растений. У них рассеиваются не споры, а семена. Однако и у этих растений тоже образуются споры, а также двоякого рода клетки полового размножения: мужские и женские.

У *голосеменных*, например у сосны, ели, образуются *мужские* и *женские шишки* (рис. 9). Мужские шишки собраны в тесные группы у основания побегов, развивающихся в этом году. Женские шишки сидят поодиночке сначала на верхушке побега, а затем вследствие роста побега оказываются у его основания. Мужская шишка состоит из чешуек, тесно сидящих на ее оси. На нижней поверхности чешуек расположены два спорангия. Внутри спорангия путем редукционного деления развивается огромное количество спор (пылинок). Содержимое каждой пылинки состоит из густой плазмы и ядра. Пылинка одета оболочкой, образующей два пузырчатых сетчатых воздушных мешка (рис. 10). Это приспособление способствует разносу ветром пылинок, высыпавшихся из лопнувшего пыльника. Пылинка прорастает в мужской заросток. При этом ядро ее делится, и образуются две быстро разрушающиеся клетки и две сохраняющиеся дольше клетки — более крупная вегетативная и более мелкая антеридиальная. В таком двуклеточном состоянии пылинка переносится ветром и попадает на поверхность женской шишки, где и происходит процесс оплодотворения.

Женская шишка состоит из мелких кроющих чешуек, в пазухах которых развиваются крупные мясистые семенные чешуи. У основания последних на их внутренней (верхней) стороне расположены по две овальные семяпочки (рис. 11). В верху семяпочки имеется маленькое отверстие — пыльцевход. В семяпочке одна из клеток, выделяющаяся крупными размерами, делится редукционно, в результате образуются четыре споры. Три из них отмирают, а четвертая приступает к делению. В результате многократного деления образующихся при этом клеток формируется женский заросток, занимаю-

Рис. 11. Семяпочка сосны: *1* — продольный разрез семяпочки, *а* — женский заросток, *б* — архегонии, *в* — нуцеллус, *г* — покров; *2* — верхняя часть семяпочки в продольном разрезе при большем увеличении, *а* — женский заросток, *б* — яйцеклетка архегония, *в* — нуцеллус, *г* — покров, *д* — пыльцевход, *е* — пыльцевая трубка, проросшая через нуцеллус и достигшая женского заростка. В пыльцевой трубке видны 4 ядра (2 спермия, вегетативное ядро и ядро сестринской клетки).

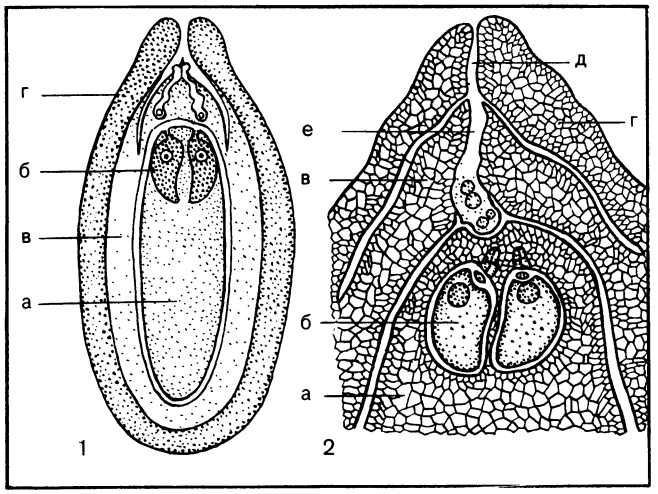
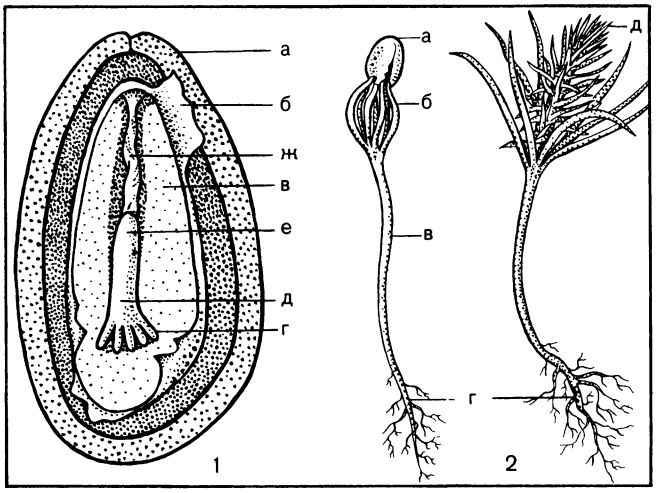


Рис. 12. Строение и прорастание семени сосны: *1* — строение семени, *а* — кожура (покров) семени, *б* — остаток нуцеллуса, *в* — эндосперм, в середине которого находится зародыш, *г* — семядоли зародыша, *д* — подсемядольное колено (зачаточный стебель), *е* — корешок, *ж* — подвесок; *2* — прорастание семени сосны, *а* — кожура семени, *б* — семядоли, *в* — подсемядольное колено, *г* — корень, *д* — побег с первыми листьями.



щий середину семяпочки. На заростке образуются два небольших архегония очень упрощенного строения с маленькими шейками, в каждом из которых находится по одной яйцеклетке.

Если теперь разрезать семяпочку вдоль, то можно увидеть, что заросток окружен содержимым семяпочки (нуцеллусом), который, в свою очередь, одет покровом семяпочки. Наверху осталось всего лишь маленькое отверстие — пыльцевход. Через него и попадает перенесенная ветром на верхушку семяпочки пылинка. Она втягивается внутрь семяпочки, где и прорастает на следующее лето. Пылинка образует пыльцевую трубку, внедряющуюся в нуцеллус и растущую по направлению к шейке одного из архегониев. В это же время антеридиальная клетка делится на две. Одна из образовавшихся клеток в дальнейшем разрушается, а другая (генеративная клетка) увеличивается в размере, делится и образует две половые клетки — мужские гаметы, или спермии, не имеющие жгутиков.

Следует, однако, отметить, что у более древних голосеменных растений (гинкго и саговников) имеются подвижные сперматозоиды. Это свидетельствует об их происхождении от папоротникообразных растений.

Достигнув архегония, пыльцевая трубка лопается, и один из спермиев попадает в архегоний и сливается с яйцеклеткой. Происходит оплодотворение, и образуется зигота. Другой спермий вскоре отмирает. Из зиготы формируется зародыш нового растения, питающийся за счет запасных веществ клеток женского заростка (эндосперма). Семяпочка становится теперь семенем. Семя одето плотной кожурой, в которую превратился покров семяпочки.

Семена созревают к осени. Они сидят в основании чешуй шишки. К осени на второй год своего существования шишка разрастается. Из зеленой она становится бурой, чешуи подсыхают, расходятся, семена выпадают и рассеиваются. Попав в благоприятные условия, семена прорастают и развиваются в новые растения (рис. 12).

В цикле развития сосны, так же как и у папоротникообразных, преобладает бесполое поколение. Половое поколение здесь еще более просто устроено. При этом оно потеряло способность к самостоятельной жизни и развивается внутри тканей бесполого поколения (женский заросток — внутри семяпочки, а мужской заросток — внутри пылинки).

Особенность размножения *покрытосеменных* (или *цветковых*) растений — образование цветка как специализированного органа, приспособленного к половому размножению (рис. 13). Внешняя часть цветка состоит из околоцветника, обычно в виде лепестков и чашелистиков. Но главную часть цветка составляют находящиеся в его центре *пестик* (или пестики) и *тычинки*, расположенные вокруг пестика. Тычинки состоят из тычиночных нитей и пыльников, а пестик — из одного или нескольких сросшихся ме-

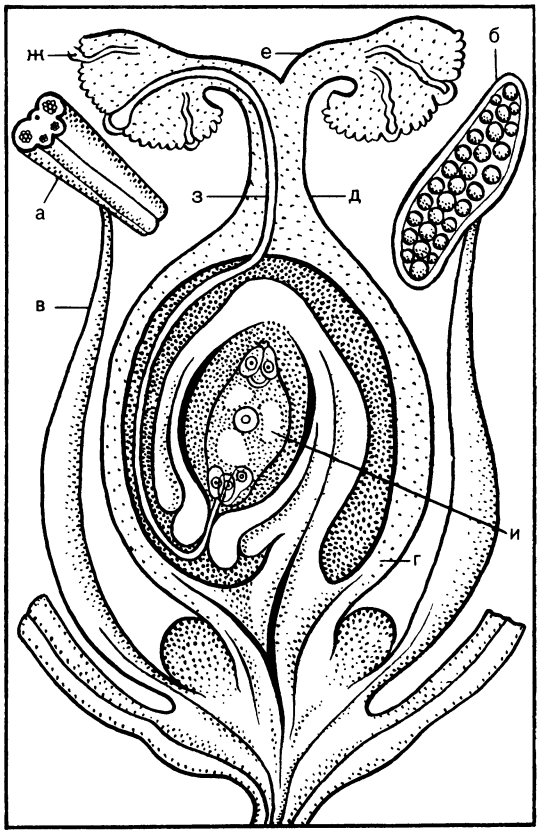


Рис. 13. Размножение у покрытосеменных (цветковых) растений. Продольный разрез цветка (чашелистики и лепестки удалены): *а* — тычинка, на ее поперечном разрезе видны гнезда пыльника; *б* — пыльник в продольном разрезе, видна пыльца; *в* — нить тычинки; *г* — завязь; *д* — столбик; *е* — рыльце пестика; *ж* — прорастающая на рыльце пылинка; *з* — пыльцевая трубка, проросшая через ткани рыльца, столбика и достигшая зародышевого мешка семяпочки; *и* — зародышевый мешок.

жду собой завернутыми внутрь краями плодолистиков. В образующейся при этом срастании полости скрыты расположенные обычно по краям плодолистиков одна или несколько семяпочек.

В нижней части пестик расширен. Это *завязь*. Кверху пестик утончается и образует столбик, который заканчивается по-разному устроенным рыльцем, служащим для улавливания и восприятия пыльцы. Плодолистики затем изменяются и принимают большое участие в образовании *плода*.

Как и у голосеменных, здесь центральную часть семяпочки занимает однородная ткань из живых клеток — нуцеллус. С внешней стороны нуцеллус прикрыт двумя, реже одним покровом. Наверху покровы не смыкаются. Здесь имеется отверстие — пыльцевход. Вскоре после образования нуцеллуса одна из его верхних клеток путем редукционного деления образует четыре споры. Одна из них сильно разрастается и приступает к делению, в результате образуется женский зароток — *зародышевый мешок*. Остальные три споры отмирают.

Женский зароток у покрытосеменных еще более упрощен по сравнению с голосеменными и состоит всего из 8 клеток. Образуется он так. Ядро споры делится на два. Расходясь к полюсам зародышевого мешка, они снова двукратно делятся. Теперь на полюсах уже по четыре ядра. Вскоре от каждой из этих четверок по направлению к центру мешка отделяется по одному ядру. Это полярные ядра. Здесь они сближаются, затем, сливаясь, образуют вторичное (центральное) ядро зародышевого мешка.

Ядра, оставшиеся на полюсах, облекаются цитоплазмой. Образуется по три клетки на каждом из полюсов. Противоположные от семявхода клетки называются антиподами. Три клетки, расположенные близ верхнего конца зародышевого мешка, не одинаковы. Средняя из них представляет собой *яйцеклетку*, а расположенные по бокам возле нее две меньшие клетки называются вспомогательными. Середина зародышевого мешка заполнена цитоплазмой и вакуолями с вторичным ядром в центре.

В пыльнике тычинки, в каждом из четырех его гнезд образуются споры (пылинки). Они происходят из особых материнских клеток пыльцы в результате редукционного деления их. Содержимое пылинки состоит из крупного ядра и цитоплазмы (рис. 14). Пылинка окружена двумя оболочками: внутренней и внешней. Во внешней оболочке имеются отверстия или утонченные места. Еще в гнезде пыльника в каждой пылинке начинается формирование мужского заростка. Он еще более упрощен в сравнении с голосеменными. Ядро пылинки делится, и образуются две клетки: более крупная — вегетативная и более мелкая — генеративная. После этого пыльник вскрывается, пыльца из него высыпается и с помощью ветра, насекомых или воды, а у некоторых тропических растений при помощи птиц попадает на рыльце пестика. Этот процесс называется *опылением*.

Около 10% цветковых растений опыляется ветром. Цветки ветроопыляемых растений невзрачны. Они имеют околоцветник в виде пленок, чешуек; нередко он совсем отсутствует, например у злаков, осок, дуба, березы, осины, ольхи. Пыльца этих растений очень мелкая, с гладкой наружной оболочкой. Пыльцы образуется очень много, ведь ветер — ненадежный опылитель. Лишь небольшая часть пылинок попадает на рыльце пестика.

Большинство цветковых растений опыляется насекомыми: пчелами, осами, шмелями, бабочками, мухами. Насекомые посещают цветки из-за сладкого сока (нектара), который выделяется особыми нектарными желёзками, расположенными на лепестках, тычинках или на цветоложе. Венчики цветков насекомоопыляемых растений ярко окрашены и хорошо заметны издали. Пыльца у них более крупная, на-

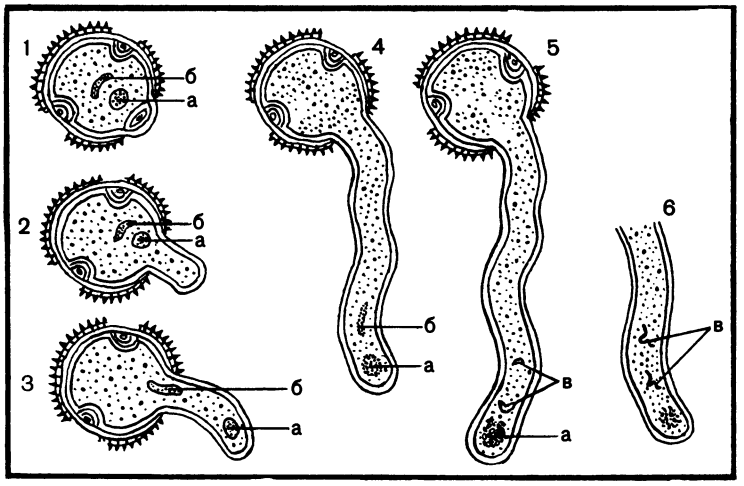


Рис. 14. Пыльца покрытосеменного (цветкового) растения и ее прорастание: *1* — пылинка, внутри видны округлое вегетативное ядро — ядро клетки пыльцевой трубки (*а*) и изогнутая генеративная клетка (*б*); *2* — через пору в наружной оболочке пылинки вытягивается пыльцевая трубка; *3* — вегетативное ядро опустилось в пыльцевую трубку; *4*, *5* — генеративная клетка поделилась, образовались два спермия (*в*); *6* — зрелые спермии (*в*).

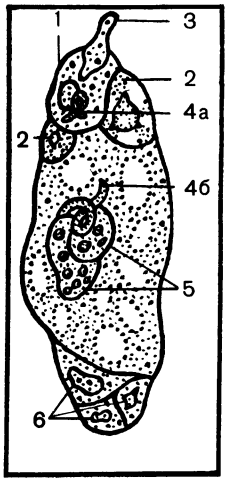


Рис. 15. Зародышевый мешок (женский зароток) покрытосеменного (цветкового) растения и двойное оплодотворение: *1* — яйцеклетка; *2* — вспомогательные клетки; *3* — вскрывшаяся пыльцевая трубка. Один из спермиев (*4а*) сливается с яйцеклеткой; *5* — полярные ядра, сливающиеся со вторым спермием (*4б*); *6* — три клетки в нижней части зародышевого мешка (антиподы).

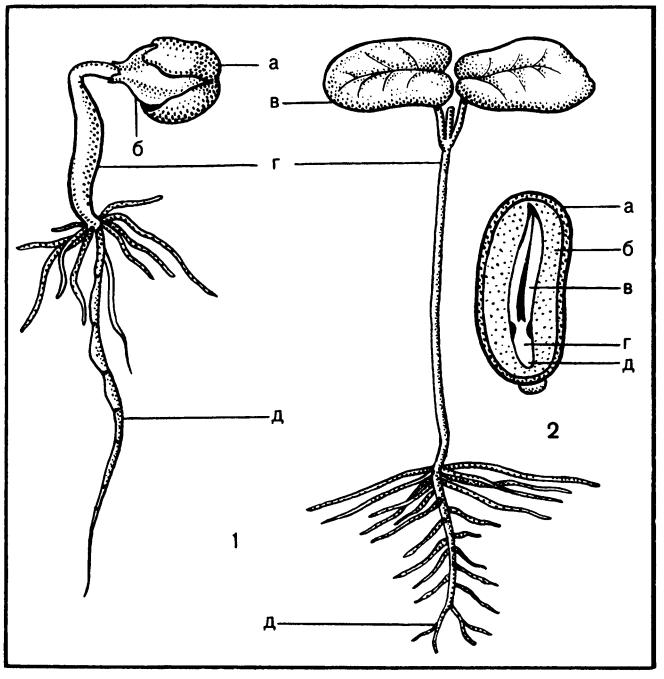


Рис. 16. Строение и прорастание семени у клещевины: *1* — проросток (2 стадии развития), *а* — оболочка семени, *б* — эндосперм, в середине которого находится зародыш, *в* — семядоли, *г* — подсемядольное колено — зачаточный стебель, *д* — корень; *2* — разрез семени.

ружная оболочка пылинок имеет выросты в виде шипов, бугорков, и потому пыльца легко задерживается на рыльце пестика.

Очень важно, чтобы пыльца не попадала на рыльце того же цветка. В случае самоопыления, как заметил еще Ч. Дарвин, получается более слабое потомство. У растений имеются различные приспособления, обеспечивающие перекрестное опыление, при котором пыльца попадает на рыльце другого цветка. Так, у ветроопыляемых растений цветки большей частью раздельнополые: одни цветки содержат только тычинки (тычиночные цветки), другие — только пестики (пестичные цветки). У насекомоопыляемых растений цветки, как правило, обоеполые, имеющие тычинки и пестики. Очень часто тычинки созревают и начинают высыпать пыльцу значительно раньше, чем полностью сформируется пестик. У многих растений пестики созревают раньше тычинок. У некоторых растений, например у примулы, медуницы, незабудки, тычинки и пестики не одинаковы по длине. Наиболее здоровое и сильное потомство вырастает из семян, образовавшихся в результате перенесения пыльцы из цветков с длинными тычинками на рыльце пестиков с длинными столбиками.

Попавшая на рыльце пестика пыльца прорастает (рис. 14). Вегетативная клетка, находящаяся внутри пылинки, разрастается и вытягивается в пыльцевую трубку, которая выходит через отверстие во внешней оболочке пылинки и продвигается в виде тонкой нити сквозь рыхлую ткань рыльца и стенок пестика к семяпочке. Через пыльцевход она направляется к зародышевому мешку.

Во время роста пыльцевой трубки в нее проникает генеративная клетка. Здесь она делится и образует две мужские гаметы (спермии). Достигнув зародышевого мешка, пыльцевая трубка, в которой находятся вегетативное ядро и два спермия, лопается, и содержимое ее изливается в зародышевый мешок (рис. 15). Один из спермиев сливается с яйцеклет-

кой. Образуется зигота. Второй спермий направляется в середину зародышевого мешка и сливается там со вторичным ядром. Происходит так называемое *двойное оплодотворение*, составляющее особенность цветковых растений. Честь его открытия в конце XIX столетия принадлежит нашему русскому ученому С. Г. Навашину.

Оплодотворенное вторичное ядро начинает быстро делиться. В результате зародышевый мешок заполняется массой клеток, содержащих питательные вещества (крахмал, масло). Эту используемую для питания зародыша ткань называют эндоспермом. Оплодотворенная яйцеклетка — зигота начинает расти и делиться, в результате чего формируется зародыш, представляющий собой маленькое растение, состоящее из семядолей (двух или одной), подсемядольного колена и корня.

Семяпочка тем временем превращается в семя, ее покровы твердеют и образуют кожуру семени (рис. 16). Стенки завязи (плодолистики) разрастаются, становятся сочными или твердыми, кожистыми или деревянистыми. Теперь завязь превращается в плод, надежно защищающий семена. Плоды разносятся животными или ветром, и после разрушения стенок (околоплодника) семена освобождаются. Семя в благоприятных условиях прорастает и дает новое бесполое поколение цветкового растения. Таким образом, в цикле развития покрытосеменных растений также преобладает бесполое поколение.

Как мы уже говорили, низшим растениям, а также мхам и папоротникообразным для полового процесса необходима вода, в которой сперматозоиды активно движутся к яйцеклеткам. Эти растения произрастают или в воде (водоросли), или во влажных, тенистых местах (мхи, папоротники, хвощи, плауны). Половой процесс у семенных и особенно у цветковых растений не связан с водой, недостаток которой так остро ощущается при жизни на суше. Мужские гаметы (спермии) у них доставляются к яйцеклеткам при помощи пыльцевой трубки. Кроме того, семя надежно защищает зародыш. Благодаря этим особенностям семенные и особенно покрытосеменные растения смогли завоевать сушу. Они в настоящее время господствуют на Земле.

Химическое взаимодействие растений — аллелопатия

Поверхность суши земного шара покрыта растениями. Даже в безводных пустынях, высоко в горах, на ледовых арктических полях встречаются высшие растения и бактерии. Растения образуют своеобразные сообщества. Жизнь каждого растения в них тесно связана с жизнедеятельностью остальных. Более того, лесные, степные, пустынные или другие сообщества такого рода далеко не случайное явление. Они всегда имеют определенный состав растительных видов и развиваются по определенным законам. Эти законы изучает *геоботаника*.

В сообществах бывают взаимно полезные или просто не мешающие друг другу виды. Однако, когда в сообщество попадает «чужое» растение, начинается борьба не на жизнь, а на смерть. Семена его с трудом всходят. Они могут много лет лежать, не прорастая, а потом, дав всходы, погибнуть, так как молодые растения не выдерживают влияния непривычных для них соседей.

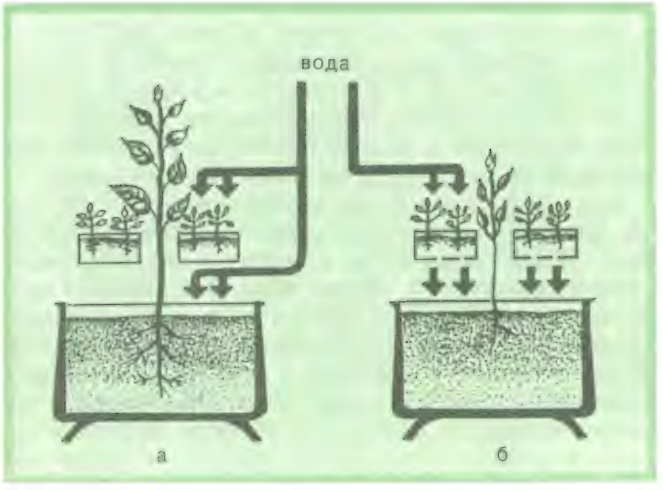
Если же чужое для сообщества растение все-таки уцелеет и окрепнет, то оно начнет изменять растительность вокруг себя. Возле него появятся привычные для такого вида соседи. Вскоре здесь образуется небольшой островок нового сообщества. Все разрастаясь, оно в конце концов вытеснит старое сообщество с его собственной территории. Итак, не только отдельные растения взаимодействуют между собой, но и целые растительные сообщества сменяют друг друга, наступают или отступают. Так степь сменяется лесом, который затем снова может стать степью, если изменится климат, и т. д. С переменным успехом побеждают то одни, то другие растения. Этот процесс идет миллионы лет, длится он и теперь среди дикой растительности.

Огромные площади давно уже заняли культурные сообщества — посевы. Развитие их направляется человеком. Тем не менее определенные взаимоотношения растений существуют и здесь. Достаточно вспомнить вред, который приносят посевам сорняки, или, напротив, преимущества совместного выращивания растений в смешанных посевах.

Мы рассмотрим один из способов взаимовлияния растений — *химический способ*, или *аллелопатию*. Этот термин происходит от греческих слов «аллелон» — взаимный и «патос» — страдание и означает взаимовлияние, взаимодействие.

С самого начала своего существования растение еще в виде семени выделяет во внешнюю среду

Схема, показывающая действие корневых выделений: *а* — вода, омывающая корни одного растения, не попадает на корни другого, и оно развивается нормально; *б* — корневые выделения угнетают подопытное растение.



Так действуют выделения тополя на овес.

продукты своей жизнедеятельности. С момента прорастания семени количество выделений резко возрастает и достигает максимума, когда организм начинает отмирать. Некоторые вещества растение выделяет активно. Так, через специальные водные устьица — гидатоды, расположенные на кончиках листьев, просачиваются излишняя вода и ненужные растению вещества. Другие вещества могут смываться с листьев дождем или росой. В растительных выделениях содержатся очень активные вещества — ферменты, витамины, алкалоиды, эфирные масла, органические кислоты, фитонциды (см. статьи «Витамины» и «Фитонциды — химическая защита растений»). Некоторые из этих соединений по своим свойствам напоминают гербициды, применяющиеся для уничтожения сорняков. Эти вещества, получившие название *тормозителей*, убивают растения или задерживают их рост, подавляют прорастание семян, снижают интенсивность физиологических процессов и жизнедеятельности. Важно, однако, заметить, что эти вещества, подобно гербицидам, действуют отрицательно лишь в довольно большом количестве. В слабых концентрациях они будут действовать уже как ускорители физиологических процессов, т. е. как *стимуляторы*.

Очень важно также, что растения могут поглощать выделения других растений. В опытах с мечеными атомами наблюдалось, что усвоенный кукурузой в процессе фотосинтеза углерод уже через несколько часов обнаруживался в соседних бобовых растениях.

Очень «оживленно» обмениваются растения многими органическими веществами. Это означает, что совместно растущие растения, переплетаясь корнями, имеют общий обмен веществ, питаются и живут как одна сложная система. Путем такого обмена растения влияют друг на друга химически и изменяют свой химический состав. Например, кукуруза, растущая вместе с бобами, обогащается белком, что очень важно для кормления сельскохозяйственных животных. Иногда эти изменения химических свойств бывают и нежелательными. Так, культурные растения могут снизить свои качества, если они поглотят какие-то ядовитые вещества, выделенные другими растениями.

Как показывают многочисленные исследования, физиологически активные вещества встречаются в выделениях каждого растения. По качеству эти вещества различны, к тому же у одного растения их больше, у другого — меньше. Таким образом, каждое растение в течение своей жизни создает вокруг себя *химическую защиту*. Вещества, выделяемые деревьями, привлекают определенные виды растений, которые находят себе защиту под их сенью. Для других подобные выделения — сильный яд, и они не могут расти в этом месте. Мы хорошо знаем, например, запах соснового бора, дубового леса, луга, степи. Было замечено, что летучие и водорастворимые органические вещества, выделяемые растениями леса, вредны для произрастания степных растений. В свою очередь древесные растения, отчасти из-за веществ, выделяемых степными растениями, отчасти из-за засухи, не в состоянии проникнуть в степь и т. д.

Надо сказать также, что выделения растений представляют собой пищу для многочисленных и необычайно разнообразных микроорганизмов. Поэтому возле каждого растения формируется своя *микрофлора*. Бактерии и микроскопические грибы, питаясь органическими выделениями растений, в свою

очередь, выделяют в окружающую среду множество своих физиологически активных веществ. Это антибиотики, витамины, органические кислоты, летучие и водорастворимые соединения. Все они очень сильно действуют на живые организмы, в том числе и на высшие растения. Следовательно, к физиологически активным выделениям высших растений добавляются выделения их специфической микрофлоры. В результате всего этого создается общее защитное пространство вокруг растения.

Между собой растения взаимодействуют и иначе. Они перехватывают друг у друга пищу, воду, свет, но и в этом случае химические выделения дают одним видам преимущества над другими. Вода и питательные вещества, которые растения поглощают корнями из почвы, всегда смешаны с корневыми выделениями соседних растений. Эти выделения могут ускорять или замедлять физиологические процессы. Так действуют, например, выделения тополя на посеянный рядом овес. Ближайшие растения совершенно угнетены, на краю гибели; немного дальше — растения выше, еще дальше — достигают нормальной величины, вслед за ними идет полоса, где растения стимулированы — они выше, зеленее, чем на остальном поле. Такое явление часто наблюдается по краям лесополос из дуба, тополя, ивы, лоха — их выделения угнетают рост не только овса, но и подсолнечника, кукурузы, свеклы, фасоли, сои, древесных саженцев и т. д. Особенно большое количество веществ-тормозителей выделяется сорняками. Так, например, пырей выделяет чрезвычайно ядовитый для растений агропирен, а горькая полынь — множество различных соединений (абсинтин, артеметин и др.). Грецкий орех выделяет листьями вещество юглон, которое, смываясь каплями росы и дождя, угнетает все, что всходит под этим деревом.

Тормозители выделяют не только живые растения. Их очень много в послеуборочных остатках. Не всегда пожнивные остатки, которые запахиваются в почву, служат удобрением. Нередко они могут повредить всходам последующей культуры. Бывает это главным образом тогда, когда послеуборочные остатки не успели еще разложиться и попадают в сухую песчаную почву. Никогда нельзя поэтому запахивать срезанные лозы на виноградниках или срезанные ветви в садах.

Однако, как мы уже знаем, небольшое количество веществ-тормозителей полезно для растений — усиливает их рост, повышает накопление хлорофилла и интенсивность фотосинтеза и т. д. Все это в целом положительно сказывается на урожайности. Следовательно, регулируя количество этих веществ в почве, можно достичь значительного повышения урожайности. Регулировать содержание тормозителей в почве не так сложно. Для того чтобы тормозителей было больше, надо высевать растения, которые выделяют их много, или вносить в почву органические остатки. А если мы хотим уменьшить количество тормозителей, то для этого следует усилить микробиологические процессы — провести рыхление почвы, внести удобрения и др.

Так, изучение химического взаимодействия — *аллелопатии*, раскрывая перед человеком законы жизни растительных сообществ, помогает управлять ими, дает возможность получать высокие и устойчивые урожаи на полях и на пастбищах.

Витамины

С давних времен люди страдали от многочисленных тяжелых болезней, причины которых были неизвестны. Одна из таких болезней — цинга, ею обычно болеют люди на Крайнем Севере. Бери-бери — бич южных стран, где население питается почти одним рисом. Пеллагра поражает людей, питающихся преимущественно одной кукурузой. Встречается и так называемая куриная слепота, заболевший ею человек перестает видеть в сумерках, а иногда совсем слепнет. Дети, родившиеся нормальными, нередко заболевают рахитом: у них размягчаются кости, искривляются ноги, задерживается появление зубов.

Все эти болезни очень долго оставались совершенно непонятными. Одни врачи считали их заразными и объясняли действием микробов; другие видели причину заболевания в недостатке в пище белков, углеводов и жиров. Однако факты опровергали и то и другое мнение. Цингой, например, страдали люди, регулярно употреблявшие в пищу много мяса и жиров. Те же, кто в основном питался овощами, вовсе не болели этой болезнью. Общую причину всех таких заболеваний открыл в 1880 г. русский ученый Н. И. Лунин. Он доказал, что в естественных пищевых продуктах кроме белков, жиров, углеводов и минеральных веществ содержатся еще и другие ве-

Н. И. Лунин.

щества, необходимые для нормальной жизнедеятельности животных и человека. Впоследствии такие вещества назвали *витаминами* (от латинского слова «вита» — жизнь и химического обозначения одного из соединений азота — «амин»). Позднее, правда, было обнаружено, что азот входит не во все витамины, но ученые оставили за ними это название.

Витамины — органические соединения разнообразной химической природы. Хотя по сравнению с основными питательными веществами витамины нужны организму в ничтожных количествах, они имеют огромное значение для нормальной жизнедеятельности человека и животного. Когда в пище они отсутствуют или их недостаточно, тогда и возникают тяжелые заболевания, называемые *авитаминозами*.

Ученые уже давно научились получать некоторые витамины в чистом виде. Например, еще в 1831 г. из моркови было получено вещество каротин (по-латински «карота» — морковь). Однако никто тогда и даже долгие годы спустя не подозревал, что это вещество — чудесное средство для лечения тяжелых заболеваний. Только в начале XX в. было установлено, что в животном организме каротин превращается в витамин А. Отсутствие каротина в организме вызывает заболевание роговицы глаза, а также куриную слепоту. При помощи каротина часто удается восстановить потерянное зрение.

В наше время известно около 30 витаминов. Большинство из них хорошо изучено. Оказалось, что многие витамины входят в состав биологических катализаторов — ферментов, регулирующих в организме важнейшие процессы обмена веществ (см. ст. «Биохимия — наука о составе и превращениях веществ в организмах»). При недостатке в организме витаминов задерживается образование ферментов. Зная роль каждого витамина в обмене веществ и последствия, возникающие из-за их отсутствия, врач может рекомендовать нужное лекарство или диету и ликвидировать заболевание.

Ученые определили нормы потребности в витаминах у человека и животных. Эти нормы зависят от физиологического состояния организма, а также от условий внешней среды. Интересно, что для работников некоторых профессий — паровозных машинистов, летчиков, шоферов, труд которых требует особой остроты зрения, необходимы повышенные дозы витамина А, а жители Севера нуждаются в больших дозах витамина B_1. Если в пище нет витамина B_1, человек сначала теряет аппетит, затем у него нарушается деятельность сердца.

У животных потребность в витаминах повышена зимой и весной, особенно у беременных и кормящих детенышей самок. Если они в это время получают с пищей недостаточно витаминов А и D, детеныши рождаются слепыми, слабыми, болезненными, а иногда и мертвыми.

Не всегда наша пища содержит нужное количество витаминов. Борясь за здоровье человека, ученые предприняли поиски богатой витаминами растительной и животной пищи. Были также разработаны способы получения витаминов в чистом и концентрированном виде. В наши дни существуют специальные заводы, на которых из растительного и животного сырья извлекают все основные витамины. Из плодов шиповника получают витамин С, из печени кита и некоторых рыб добывают витамин А. В 1 ц китовой печени около 100 г этого витамина, а такого количества достаточно на день для 50 тыс. человек. Из специальных сортов моркови на заводах извлекают каротин. Для получения витамина D, излечивающего рахит, используют дрожжи и мицелий грибов. Кроме того, теперь разработаны очень эффективные и выгодные в экономическом отношении способы получения витаминов химическим путем. Концентраты и кристаллические витамины помогают врачам не только лечить, но и предупреждать авитаминозы.

Так же как и животным, для регулирования обмена веществ витамины необходимы бактериям и грибам. Правда, многие микроорганизмы в достаточном количестве сами создают в своем теле витамины и не нуждаются в их получении из окружающей сре-

Плоды шиповника богаты витамином С.

В плодах малины много разных витаминов.

ды. Есть также бактерии, дрожжи и грибы, поглощающие витамины из той среды, в которой они обитают. Так, почвенные бактерии добывают их из почвы, а микробы, находящиеся в теле животных и растений,— из тканей тела своих «хозяев». Известны и такие случаи, когда микроорганизмы разных видов взаимно обеспечивают друг друга витаминами. Например, гриб ашбия госипи производит в своем теле витамин B_1, но не способен создать витамин Н. Гриб полиспорус адусхис, наоборот, создает только витамин Н и не производит витамин B_1. Если посеять такие грибы на питательной среде врозь и не добавлять к ней витаминов, грибы погибают. Посеянные вместе, грибы снабжают друг друга недостающими витаминами и прекрасно развиваются.

На семенах некоторых орхидей поселяется гриб, который получает из них необходимые ему питательные вещества и, в свою очередь, дает прорастающим семенам витамин. Получают витамины от почвенных бактерий и многие высшие растения. Выделяемые этими бактериями витамины поглощаются корневой системой растения, которое также выделяет в почву витамины, необходимые для развития микроорганизмов.

Если в растении не образуется необходимое ему количество витаминов, то нарушается обмен веществ и задерживается рост растения. Например, если обработать семена кукурузы белым стрептоцидом, разрушающим в них один из необходимых витаминов, развитие проростков резко подавляется, и они погибают. Белый стрептоцид губит также микроорганизмы, живущие в теле человека, уничтожая нужные им витамины.

Витамины образуются главным образом в надземных частях растений. Отсюда витамины поступают к корням. В лаборатории нетрудно проследить, как у обработанных витаминами черенков некоторых трудно укореняющихся растений — чая, яблони, лимона, казанлыкской розы, кокаинового дерева, карельской березы — усиливается образование и дальнейшее увеличение корней. Эти растения начинают энергично расти.

В некоторые периоды жизнедеятельности растения не могут обеспечивать себя витаминами и потому нуждаются в дополнительном витаминном питании. Например, тунговое дерево, получавшее через каждые два дня по 0,5 мг витамина B_1, выросло за 70 дней вдвое больше, чем контрольные деревья, не получавшие витамина. Опрыскивание мака снотворного раствором витамина B_1 ускоряет его рост и увеличивает вес коробочек. Некоторые витамины непосредственно участвуют в процессах оплодотворения животных и растений. Если в пыльце недостаточно каротина, она плохо прорастает, и оплодотворение задерживается. Все эти примеры показывают, что микроорганизмы и зеленые растения, дающие витамины человеку и животным, сами также нуждаются в витаминах.

Фитонциды — химическая защита растений

Фитонциды перечной мяты губят растущий рядом фенхель *(справа). Слева* — контрольное растение фенхеля.

Уже давно ученым было известно, что некоторые микроорганизмы выделяют вещества, губительно действующие на другие микроорганизмы. Эти вещества назвали *антибиотиками* (см. ст. «Микробы»). За последние десятилетия они стали широко применяться в медицине, сельском хозяйстве и в пищевой промышленности.

Советский ученый Б. П. Токин открыл, что антибиотики выделяются не только микроорганизмами, но и растениями. Эти антибиотики, названные им *фитонцидами* (от греческого слова «фитон» — растение и латинского «цедере» — убивать), обнаружены почти во всех растениях. Но у некоторых из них они очень активны, а у других — слабы. Опытами установлено, что отдельные фитонциды убивают микроорганизмы за 5 мин. Особенно активные фитонциды обнаружены в чесноке и луке. В тканях растения фитонциды распределены неравномерно. Например, у томата их больше всего в листьях, меньше в корнях и совсем мало в плодах и стеблях. В луке и чесноке фитонциды накапливаются преимущественно в луковицах. Горчица содержит большое количество их в листьях и семенах. Уже более 70 лет назад было установлено, что листья горчицы предохраняют яблочный сок от порчи.

Фитонциды — продукты жизнедеятельности растения. Они образуются в нем в результате обмена веществ и предохраняют растение от заражения бактериями или грибами. Поэтому ученые решили использовать фитонциды для борьбы с возбудителями заболеваний различных растений. Доказано, например, что фитонциды лука и листьев черемухи убивают грибок фитофтору, который поражает картофель. Фитонциды горчицы, хрена и эвкалипта губительно действуют на бактерию, вызывающую заболевание (гоммоз) хлопчатника. Интересно, что на возбудителей заболеваний человека и животных фитонциды действуют значительно сильнее, чем на возбудителей заболеваний растений, которые уже приспособились к их прямому действию. Так, фитонциды апельсина и лимона в 40—50 раз скорее убивают дизентерийную палочку, вызывающую тяжелое заболевание человека, чем бактерию цитрипутеале, поражающую деревья лимона, апельсина и мандарина. Давно известно народное средство, способствующее заживлению ран,— лук. Древние лекари рекомендовали в период эпидемий для очистки воздуха в помещениях развешивать длинные связки головок лука и чеснока. Оказалось, что фитонциды этих растений убивают болезнетворных бактерий.

Фитонциды применяются и для хранения плодов, овощей, плодоовощных соков. Когда в герметически закупоренный сосуд с плодами или ягодами помещают кашицу из натертого хрена, они могут сохраняться несколько месяцев. Высокой активностью обладает и фитонцид горчицы — аллиловое масло. Если на литр виноградного сока добавить 25 мг этого масла, сок долго сохраняет свои свойства и не портится.

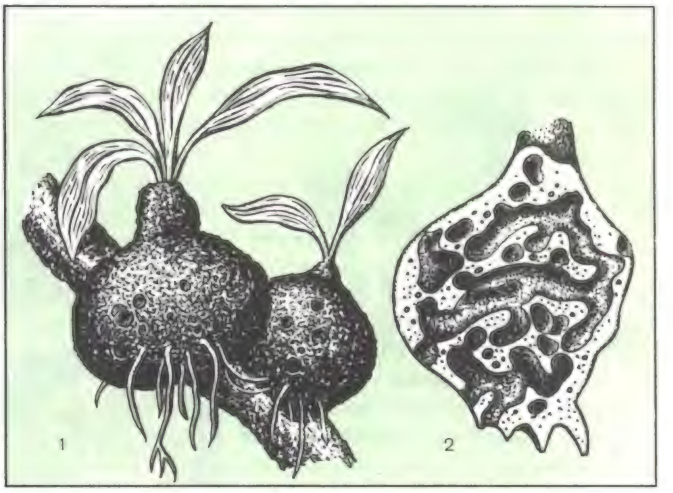
Фитонциды оказывают существенное влияние на жизнедеятельность растений. Например, выделяемый некоторыми плодами газ этилен стимулирует созревание плодов томата, лимона, апельсина и других растений и усиливает опадение листьев, а фитонциды луковиц черемши оказывают тормозящее действие на рост и развитие соседних растений (см. ст. «Химическое взаимодействие растений — аллелопатия»).

Что же представляют собой фитонциды? Многие из них были выделены в чистом виде, и их химическую природу удалось установить. Оказалось, что у одних растений фитонциды — органические кислоты, у других — эфирные масла, аминокислоты, алкалоиды. Подсчитано, что лишь за один день можжевеловый лес выделяет в окружающую атмосферу около 30 кг эфирных масел, а растительность земного шара — около 175 млн. т эфирных масел ежечасно.

Прошло немного времени с тех пор, как были открыты фитонциды, но уже многое стало известно об их природе: как они образуются, как действуют на различные организмы и как их можно использовать в медицине и в быту.

Симбиоз в растительном мире

Растение-муравейник — мирмекодия: *1* — два растения, поселившиеся на одной ветке дерева; *2* — разрез стебля мирмекодии.



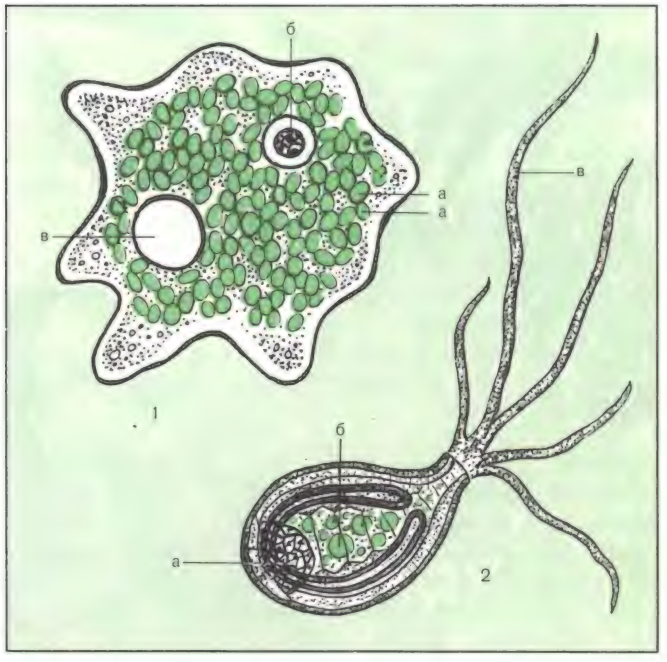
Симбиоз — это длительное сожительство организмов двух или нескольких разных видов растений или животных, когда их отношения друг с другом очень тесны и обычно взаимно выгодны. Симбиоз обеспечивает этим организмам лучшее питание. Благодаря симбиозу организмам легче преодолевать неблагоприятные воздействия окружающей среды.

В тропических странах встречается очень интересное растение — мирмекодия. Это растение-муравейник. Живет оно на ветках или стволах других растений. Нижняя часть его стебля сильно расширена и представляет собой как бы большую луковицу. Вся луковица пронизана каналами, сообщающимися между собой. В них и поселяются муравьи. Эти каналы возникают в процессе развития утолщенного стебля, а не прогрызаются муравьями. Следовательно, муравьи получают от растения готовое жилище. Но и растению приносят пользу живущие в нем муравьи. Дело в том, что в тропиках водятся муравьи-листорезы. Они приносят большой вред растениям. В мирмекодии поселяются муравьи другого вида, враждующие с муравьями-листорезами. Постояльцы мирмекодии не допускают листорезов к ее вершине и не дают им объесть ее нежные листья. Таким образом, растение предоставляет животному помещение, а животное защищает растение от его врагов. Кроме мирмекодии в тропиках растет немало и других растений, находящихся в содружестве с муравьями.

Встречаются еще более тесные формы симбиоза растений и животных. Таков, например, симбиоз одноклеточных водорослей с амебами, солнечниками, инфузориями и другими простейшими животными. В этих одноклеточных животных поселяются зеленые водоросли, например зоохлорелла. Долгое время зеленые тельца в клетках простейших животных считались органоидами, т. е. постоянными частями самого одноклеточного животного, и лишь в 1871 г. известный русский ботаник Л. С. Ценковский установил, что здесь имеет место сожительство разных простейших организмов. Впоследствии это явление было названо симбиозом.

Зоохлорелла, живущая в теле простейшего животного амебы, лучше защищена от неблагоприятных внешних воздействий. Тело амебы прозрачно, поэтому процесс фотосинтеза протекает у водоросли нормально. Животное получает от водоросли растворимые продукты фотосинтеза (главным образом углеводы — сахар) и питается ими. Кроме того, при фотосинтезе водоросль выделяет кислород, и животное использует его для дыхания. В свою очередь животное обеспечивает водоросль необходимыми для ее питания азотистыми соединениями. Взаимная выгода для животного и растения от симбиоза очевидна.

Водоросли в теле животных: *1* — амеба, *а* — водоросль зоохлорелла, *б* — ядро амебы, *в* — сократительная вакуоля амебы; *2* — корненожка паулинелла, *а* — ядро корненожки, *б* — зеленые водоросли, *в* — псевдоподии корненожки.



К симбиозу с водорослями приспособились не только простейшие одноклеточные животные, но и некоторые многоклеточные. Водоросли встречаются в клетках гидр, губок, червей, иглокожих и моллюсков. Для некоторых животных симбиоз с водоросля-

Вверху — симбиоз в жизни низших растений. Лишайники: *1* — кладония; *2* — пармелия; *3* — ксантория; *4* — цепочки и шарообразные клетки водорослей, видимые в микроскоп в срезе слоевищ различных лишайников.

Внизу — растения из семейства орхидей: *1* — эпифитные тропические орхидеи с воздушными (*а*) и лентовидными (*б*) корнями; *2* — наземная орхидея умеренного пояса — венерин башмачок.

ми стал настолько необходим, что их организм не может развиваться нормально, если в его клетках нет водорослей.

Особенно интересен симбиоз, когда оба его участника — растения. Пожалуй, самый разительный пример симбиоза двух растительных организмов — это лишайник. Лишайник всеми воспринимается как единый организм. На самом же деле он состоит из гриба и водоросли. Основу его составляют переплетающиеся гифы (нити) гриба. На поверхности лишайника эти гифы переплетены плотно, а в рыхлом слое под поверхностью среди гиф гнездятся водоросли. Чаще всего это одноклеточные зеленые водоросли. Реже встречаются лишайники с многоклеточными синезелеными водорослями. Клетки водорослей оплетены гифами гриба. Иногда на гифах образуются присоски, которые проникают внутрь клеток водорослей. Сожительство выгодно и грибу и водоросли. Гриб дает водоросли воду с растворенными минеральными солями, а получает от водоросли органические соединения, вырабатываемые ею в процессе фотосинтеза, главным образом углеводы.

Симбиоз так хорошо помогает лишайникам в борьбе за существование, что они способны поселяться на песчаных почвах, на голых, бесплодных скалах, на стекле, на листовом железе, т. е. там, где никакое другое растение существовать не может. Встречаются лишайники на Крайнем Севере, в высоких горах, в пустынях — лишь бы был свет: без света водоросль в лишайнике не может усваивать углекислый газ и погибает.

Гриб и водоросль так тесно сжились в лишайнике, настолько представляют собой единый организм, что даже и размножаются они чаще всего совместно.

Долгое время лишайники принимали за обычное растение и относили их к мхам. Зеленые клетки в лишайнике принимались за хлорофилловые зерна зеленого растения. Лишь в 1867 г. такой взгляд был поколеблен исследованиями русских ученых А. С. Фаминцына и О. В. Баранецкого. Им удалось выделить зеленые клетки из лишайника ксантории и установить, что они могут не только жить вне тела лишайника, но и размножаться делением и спорами. Следовательно, зеленые клетки лишайника — самостоятельные водоросли.

Каждый знает, например, что подосиновики нужно искать там, где растут осины, подберезовики — в березовых лесах. Оказывается, что шляпочные грибы растут вблизи определенных деревьев не случайно. Те «грибы», которые мы собираем в лесу,— только их плодовые тела. Само же тело гриба — грибница, или мицелий,— живет под землей и представляет собой нитевидные гифы, пронизывающие почву (см. ст. «Грибы»). От поверхности почвы они тянутся к кончикам древесных корней. Под микроскопом видно, как гифы, словно войлоком, оплетают кончик корня. Симбиоз гриба с корнями высших растений называют *микоризой* (в переводе с греческого — «грибокорень»).

Подавляющее большинство деревьев в наших широтах и очень много травянистых растений (в том числе и пшеница) образуют с грибами микоризу. Ученые установили, что нормальный рост многих деревьев невозможен без участия гриба, хотя есть деревья, которые могут развиваться и без них, например береза, липа. Симбиоз гриба с высшим растением существовал еще на заре наземной флоры. Первые высшие растения — псилотовые — уже имели подземные органы, тесно связанные с гифами грибов. Чаще всего гриб лишь оплетает корень своими гифами и образует чехол, как бы наружную ткань корня. Реже встречаются формы симбиоза, когда гриб поселяется в самих клетках корня. Особенно ярко такой симбиоз выражен у орхидей, которые вообще не могут развиваться без участия гриба.

Можно предполагать, что гриб использует для своего питания углеводы (сахар), выделяемые корнями, а высшее растение получает от гриба продукты разложения азотистых органических веществ в почве. Сам древесный корень получить эти продукты не может. Предполагают также, что грибы вырабатывают витаминоподобные вещества, усиливающие рост высшего растения. Кроме того, несомненно, что грибной чехол, облекающий корень дерева и имеющий многочисленные разветвления в почве, намного увеличивает поверхность корневой системы, поглощающей воду, что очень существенно в жизни растения.

Симбиоз гриба и высшего растения следует учитывать во многих практических мероприятиях. Так, например, при разведении леса, при закладке полезащитных лесных полос обязательно надо «заразить» почву грибами, вступающими в симбиоз с той породой деревьев, которую сажают.

Огромное практическое значение имеет симбиоз усваивающих азот бактерий с высшими растениями из семейства бобовых (бобы, горох, фасоль, люцерна и многие другие). На корнях бобового растения обычно возникают утолщения — клубеньки, в клетках которых находятся бактерии, обогащающие растение, а затем и почву азотом (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»).

Растения-паразиты

В Индонезии, в дремучих джунглях острова Суматра, можно встретить растения с гигантскими цветками, достигающими почти метра в поперечнике. Вес одного цветка около 5 кг. Он похож окраской на сырое мясо и распространяет запах гнили. Над цветком вьются мухи, привлеченные его «ароматом». Они помогают растению в перекрестном опылении. Называется необычное растение раффлезией Арнольди. Его цветки — самые крупные из всех известных в мире. Короткая толстая цветоножка раффлезии сидит непосредственно на корнях лианы циссуса (близкого родича виноградной лозы). Толстые корни лианы тянутся по поверхности почвы. На них кроме распустившихся цветков видны и многочисленные бутоны. Легко принять эти цветки за цветки самой лианы. Но ведь цветки никогда не возникают на корнях. Где же тогда тело растения, которому принадлежит цветок? Где его побеги с листьями, где корни? Их нет. В корнях циссуса, отчасти в его древесине и между корой и древесиной залегают тяжи чуждых лиане клеток. Это клетки раффлезии. Ими она высасывает из циссуса питательные вещества. На верхних концах тяжей развивается цветок раффлезии. Раффлезия — *растение-паразит*. Оно кормится за счет циссуса.

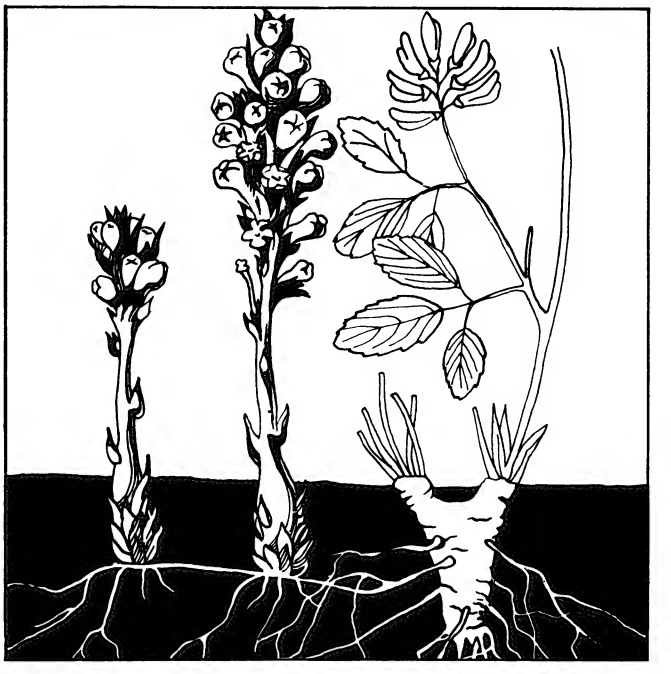
Понятно, что для растения-хозяина такое сожительство с паразитом не проходит даром: корни, на которых поселился паразит, в конце концов отмирают.

В мясистых плодах раффлезии созревает огромное количество семян. Слон или другое крупное животное, проходя по джунглям, может наступить на эти плоды, тогда семена раффлезии прилипают к его ногам. Если животное потом где-либо снова наступит на корень циссуса, то семена растения-паразита попадут на него и прорастут. Проросток из семени проделает отверстие в коре циссуса и даст начало клеточным тяжам, которые будут развиваться между живыми клетками растения-хозяина и высасывать из них питательные вещества.

Раффлезия Арнольди встречается только на Суматре. Другие виды этого растения, с цветками меньшего размера, встречаются на Яве и на других островах Малайского архипелага. Удивительный цветок раффлезии настолько необычен, что порождает суеверия среди местного населения. На острове Ява до сравнительно недавнего времени считали его священным и поклонялись ему.

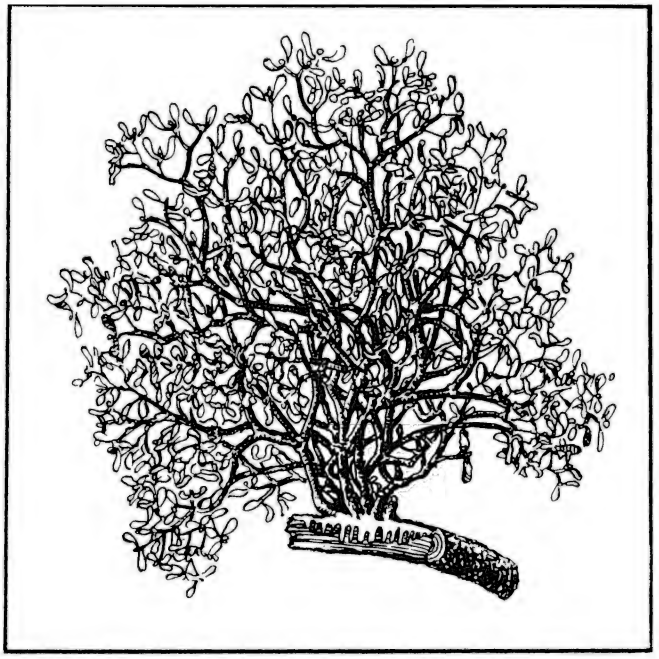
Паразитическую жизнь ведет не только раффлезия Арнольди. Встречаются растения-паразиты, приносящие большой вред сельскому хозяйству, и у нас в СССР. Особенно вредны среди них различные заразихи и повилики.

Гигантская пустынная заразиха — цистанхе. *Внизу* — заразиха присосалась к корню растения-хозяина.



Заразиху можно увидеть в посевах подсолнечника, конопли, табака, клевера и огородных культур. Ее легко отличить по бледно-бурой окраске стебля и чешуйчатых листьев. Эти листья никогда не бывают зелеными: в них нет хлорофилла. На верхней

Растение-паразит петров крест в период цветения. *Внизу* — куст омелы на груше (на разрезе ветви груши видны гребневидные присоски омелы).



части стебля сидят многочисленные довольно крупные цветки, чаще всего голубовато-лиловые. Значительная часть тела растения-паразита находится в почве. Своим расширенным основанием стебель заразихи прирастает к корням растения-хозяина.

Заразиха размножается семенами, прорастающими на поверхности почвы. У нитевидного проростка нет обычных семядолей, на нем нельзя различить ни стебля, ни корня: весь он состоит из одинаковых нежных клеточек. На одном конце ниточки проростка остается семенная кожура в виде шапочки. Это и есть верхушка стебля. Его противоположный конец врастает в почву так, что кончик проростка описывает винтовую линию. Как только ему встретится корень растения-хозяина, проросток заразихи перестает расти. Он плотно пристает к этому корню и начинает утолщаться. На поверхности утолщения появляются выросты, похожие на бородавки. Остальная часть проростка, несущая «шапочку», отмирает. Бородавчатое тельце выпускает сосочек, который врастает в ткани корня растения-хозяина, и начинает высасывать из него питательные вещества. Вскоре на поверхности бородавчатого тельца образуется почка, из которой вырастает стебель паразита, и на нем впоследствии распускаются цветки. Часть корня растения-хозяина ниже места поселения паразита отмирает, тогда со стороны начинает казаться, будто тело паразита непосредственно продолжается из корня хозяина. Так заразиха губит растение-хозяина. Бороться с ней очень трудно. Самый верный способ — выводить устойчивые против заразихи сорта культурных растений.

Из заразих, встречающихся в Советском Союзе, особенно интересна гигантская пустынная заразиха. Она паразитирует на кустарниках, главным образом на джузгуне, растущем в песчаной пустыне Каракумы. Толстый, мясистый ствол пустынной заразихи вырастает за лето на метр, а иногда даже выше человеческого роста. На корне джузгуна заразиха образует гнездо почек. В первый же год из одной-двух наиболее крупных из них вырастают стебли, на верхней части которых развиваются многочисленные крупные цветки. В плодах-коробочках образуется огромное количество мелких семян. На следующий год стебли вырастают уже и из других почек. Так продолжается до тех пор, пока растение-хозяин совсем не зачахнет.

Широко известно другое растение-паразит — повилика. Уже само ее название говорит, что она обвивает растение-хозяина. Повилик много видов, и паразитируют они на различных растениях, преимущественно травянистых, как дикорастущих, так и культурных. Особенно страдают от повилики клевер, люцерна, лен и хмель. Присоски на концах ее побегов врастают в ткани растения-хозяина и высасывают из него воду и питательные соки. У повилики нет ни корней, ни зеленых листьев. На ее побегах развиваются лишь собранные в клубочки многочис-

ленные бледно-розовые цветки. Все виды повилики, встречающиеся в наших широтах,— однолетние растения. Осенью их побеги отмирают. Новые растения вырастают на следующий год из семян. Семена, упавшие на землю и пролежавшие зиму, прорастают в конце весны, когда другие растения уже более или менее развились,— иначе для паразита не оказалось бы подходящей пищи.

Проросток повилики непохож на проростки других растений: у его нитевидного тельца, так же как и у заразихи, нет семядолей, нижний конец проростка не врастает в почву, растет лишь верхний его конец. Если проросток повилики встречается с подходящим для него растением-хозяином, он быстро обвивает его, образует присоски и продолжает расти. Если же проросток паразита не встретит растения-хозяина, он погибает, так как самостоятельно питаться не может. Повилики наносят большой вред сельскому хозяйству, с ними ведут упорную борьбу. Семена, предназначенные для посева, очищают от семян повилики или протравливают химическими веществами.

В лесах наших широт нередко встречается растение-паразит петров крест. Оно развивается так же, как заразиха, и паразитирует на корнях широколиственных деревьев — липы, ясеня, орешника. Но увидеть его можно только ранней весной, когда оно на короткий срок показывается из-под земли. На поверхность земли выходит невысокий розово-белый стебель с односторонней кистью малиново-красных цветков. Стебель вскоре отмирает, но растение-паразит продолжает жить под землей в виде многолетнего мясистого чешуйчатого корневища, вес которого достигает 5 кг.

Среди цветковых существует большая группа *полупаразитических растений*, имеющих собственные зеленые листья. Хлорофилл в листьях и стеблях этих растений делает их способными к фотосинтезу. Однако воду и минеральные вещества они добывают паразитически, т. е. отнимая у других растений. Среди таких паразитов особенно интересна омела, которая встречается у нас в южных районах (в Крыму, на Кавказе). Особенно часто она поселяется на плодовых деревьях (груше, яблоне) и на тополе.

Омела — сильно ветвящийся многолетний кустарник с кожистыми темно-зелеными листьями. Она достигает иногда сорокалетнего возраста. Куст омелы, поселившейся на ветвях дерева, напоминает гнездо крупной птицы. Вместо корней в основании куста развивается система присосков, проникающих в древесину растения-хозяина. Ягоды омелы похожи на ягоды белой смородины. Их охотно поедают птицы, особенно дрозды. Мякоть ягоды слизистая и клейкая. Поэтому птице после еды приходится очищать клюв, обтирая его о ветки деревьев. Так остатки ягод прилипают к веткам, и там их семена начинают прорастать. Корешок зародыша пробивает кору ветки и дорастает до древесины. После этого вырастает стебелек с семядолями. Корешок же при дальнейшем развитии видоизменяется в присоски, напоминающие грабли. Хотя омела полупаразит, но и она может нанести растению-хозяину значительный ущерб.

Некоторые полупаразиты существуют самостоятельно: у них есть и листья и корни, однако при благоприятных условиях и они добывают себе дополнительное питание, отнимая его у соседей, т. е. паразитируя. Это всем известные полевые цветы: иван-да-марья, погремок, мытники и др.

Если корни такого полупаразита придут в соприкосновение с корнями другого растения, подходящего для того, чтобы стать растением-хозяином, то полупаразит никогда не пропустит такой случай. На его корнях образуются присоски, которыми он присоединяется к растению-хозяину. Это можно обнаружить, осторожно выкопав корневые системы полупаразита и соседних с ним растений. Вред, приносимый такими паразитами, не очень-то большой. Во всяком случае по внешнему виду растений-хозяев незаметно каких-либо признаков их угнетения.

Понятно, что паразиты могли появиться, лишь когда на Земле были уже другие живые существа. Приспособление к паразитическому образу жизни среди зеленых цветковых растений шло, по-видимому, определенными ступенями. На первой ступени стоят такие полупаразиты, как иван-да-марья и погремок, еще мало чем отличающиеся от обычных зеленых растений. Значительно усилился паразитизм у растений, подобных омеле: у них еще есть зеленые листья и стебли, но вместо корней образовались присоски. Еще дальше ушли от самостоятельно питающихся растений паразиты типа заразихи и петрова креста: у них хотя и остался стебель с листьями, но уже нет хлорофилла и пищу они получают полностью от растения-хозяина. Крайний тип паразитизма среди цветковых растений — раффлезия. Из прежних органов у нее остался лишь цветок, все остальное тело превратилось в клеточные нити, внедрившиеся между клетками растения-хозяина и похожие на мицелий гриба.

Основная масса растений-паразитов встречается среди грибов и бактерий (см. статьи «Грибы» и «Микробы»).

Насекомоядные растения

Никого не удивляет то, что птицы ловят мошек, клюют червяков, поедают личинок. Растения питаются иначе: они получают пищу из воздуха и почвы, поглощая и усваивая ее незаметно для глаза — через лист и корень (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»). Однако среди растений есть и насекомоядные, которые поедают мелких рачков, мальков рыб, насекомых. Насекомоядные растения встречаются во всех частях света, они очень разнообразны. Несколько видов таких растений произрастает и у нас в Советском Союзе. На торфяном болоте среди клюквы, голубики, багульника, пушицы, белоуса можно довольно часто встретить росянку (см. рис. на стр. 141), а изредка и жирянку.

Росянка — небольшое растение красновато-зеленой окраски. Самое интересное у росянки — ее листья, распластанные по поверхности мохового покрова. По краям и на верхней стороне пластинки листа расположено около 25 ресничек. Самые длинные из них сидят по краям листа, в центре его располагаются наиболее короткие. Верхний конец каждой реснички утолщен в виде головки. В утолщении находится железка, выделяющая блестящую капельку клейкой слизи, похожую на каплю росы; отсюда и название растения — росянка.

Когда, привлеченное блеском похожей на росу капельки, на лист сядет маленькое насекомое, оно сразу же прилипнет к ресничке. Ресничка вскоре начнет нагибаться к центру пластинки. Минут через 10—20 головка реснички вместе с насекомым достигнет пластинки. Тогда начнут нагибаться сначала соседние реснички, а потом и более отдаленные; раздражение будет передаваться все далее и далее. И часа через 2—3 значительная часть ресничек — а иногда и все они — склонится над пойманной жертвой. Кроме ресничек обычно приходит в движение и сама пластинка листа. Край ее загибается и прикрывает попавшее в западню насекомое.

Раздражение и последующее движение ресничек может вызвать кусочек мяса или какое-либо другое белковое вещество. Но если положить на лист вещество, не содержащее белка, например кусочек сахару или песчинку, реснички не придут в движение.

Железки ресничек выделяют кроме слизи особые вещества — ферменты, расщепляющие белки. У росянки ферменты похожи на желудочный сок животных — пепсин. Кроме того, железки росянки выделяют кислоту, которая помогает растению переваривать белки. Когда переваривание и всасывание пищи заканчиваются, реснички выпрямляются, на них появляются капельки слизи, и растение вновь готово ловить насекомых. Этот процесс длится несколько дней.

Зеленые листья жирянки также распластаны по поверхности мохового покрова, но они значительно крупнее, чем у росянки. Поверхность пластинки листа покрыта слизью, отчего листья кажутся жирными, поэтому-то и растение называется жирянкой. Под микроскопом на срезе листа можно увидеть, что вся поверхность его пластинки усеяна железками двух типов: одни из них — головчатые, на ножках, напоминающие шляпочные грибы; другие — без ножки, сидячие. Возможно, что железки на ножках выделяют пищеварительные соки, а сидячие — всасывают переваренную пищу.

На 1 см^2 листа жирянки приходится до 25 тыс. железок, выделяющих клейкую слизь. Насекомое, прилипшее к листу, вызывает раздражение железок, и они начинают выделять пищеварительные соки (ферменты и кислоту). Для лучшего переваривания пищи у жирянок выработалось еще одно приспособление: когда насекомое попадает на лист, пластинка листа вблизи от этого места медленно загибает свой край, пока не покроет насекомое сверху. У жирянки переваривание пищи и ее всасывание идут быстрее, чем у росянки. Через сутки края листа обычно уже распрямляются.

Народ давно подметил и использовал свойство росянок и жирянок вырабатывать ферменты, переваривающие белок. В Вологодской области, например, очищают глиняные кувшины от остатков молока, выпаривая их в печке отваром из листьев росянки. Фермент росянки разлагает белок молока даже в порах стенок посуды.

Росянку и жирянку можно культивировать у себя дома. Для этого надо перенести их с болота вместе с торфяным мхом, на котором они росли, и поместить в широкую банку или террариум. Сверху банку следует прикрыть стеклом для поддержания влажной атмосферы. Тогда мох не высохнет и все время будет влажным. Банку нужно держать на свету, но в прохладном месте, предохраняя растения от перегрева солнечными лучами.

В болотной воде между кочками торфяного мха и в других стоячих водоемах встречается еще одно интересное насекомоядное растение — пузырчатка. Ее сильно рассеченные листья плавают в воде. Над водой виден лишь стебель с сидящими на нем довольно крупными ярко-желтыми цветками.

Лист пузырчатки в процессе исторического развития растения стал «ловчим» органом. Некоторые его дольки превратились в полые внутри пузырьки. Каждый пузырек сидит на ножке, он имеет входное, «ротовое» отверстие, по краям которого расположены жесткие заостренные щетинки. Отверстие прикрыто клапаном, открывающимся лишь внутрь

2
3

Насекомоядные растения:
1 — непентес;
2 — саррацения;
3 — жирянка.

пузырька. На внутренних стенках пузырька находятся многочисленные пищеварительные желёзки.

Личинки насекомых, мелкие рачки, а иногда даже и мальки рыб, спасаясь от преследования, ищут защиты среди щетинок на пузырьке и попадают в его полость. Выйти оттуда им уже не удается — наружу клапан не открывается. Через некоторое время животное, попавшее в пузырек, погибает и разлагается. Продукты разложения всасываются желёзками растения.

На торфяных болотах в восточной части Северной Америки встречается насекомоядное растение венерина мухоловка. Каждый ее лист поделен на две части. Нижняя часть, как у всякого листа, служит для воздушного питания растения, верхняя же — ловчий орган. Он состоит из двух подвижных долек, по краям которых расположены острые зубцы. На поверхности каждой дольки сидят три длинные и упругие щетинки. Кроме того, по всей верхней стороне долек рассеяны многочисленные мелкие красные желёзки, как у жирянки.

Стоит только насекомому коснуться хотя бы одной из шести щетинок, как дольки быстро сблизятся, их краевые зубцы зайдут друг за друга — насекомое будет поймано и зажато между двумя дольками ловчего органа. Чем больше двигается, вырываясь, насекомое, тем крепче сжимаются дольки. Одновременно желёзки начинают выделять кислый прозрачный сок. Он содержит ферменты, переваривающие белок. После того как пища переварена и усвоена (это длится от одной до трех недель), дольки расходятся и принимают прежнее положение. Если раздражать щетинки любым предметом (тонкой палочкой, спичкой), дольки захлопнутся. Но в этом случае желёзки не выделяют пищеварительный сок, и дольки скоро раскрываются.

Чрезвычайно интересно насекомоядное растение непентес, распространенное в тропиках (остров Мадагаскар, Зондские острова). Непентес — эпифитное растение (см. ст. «Тропический лес»), черешки его листьев обвивают ветви растущих рядом деревьев и кустарников. Его ловчие органы, напоминающие кувшины, висят между этими ветвями в воздухе. Лист непентеса претерпел в процессе эволюции значительные преобразования. Нижняя зеленая часть его черешка пластинчатая, расширенная, служит растению для воздушного питания. Средняя часть имеет нитевидную форму и выполняет роль усика. Верхняя же часть черешка преобразована в ловчий орган — «кувшин», а пластинка листа — в «крышку».

Кувшин и крышка у многих видов непентеса окрашены в яркие цвета, привлекающие насекомых. Еще большей приманкой для насекомых служит ароматный сок (нектар), выделяющийся по краю кувшина. Длина кувшина у некоторых видов достигает 50 см при диаметре отверстия 10—12 см. В такие кувшины могут попадать самые крупные насекомые и даже мелкие птицы. С краев кувшина насекомые легко могут переползти на внутреннюю сторону стенки, очень гладкую и скользкую, покрытую восковым налетом. Удержаться на ней невозможно: насекомое соскальзывает вниз и тонет в жидкости, скопившейся в нижней части кувшина. Жесткие волоски, обращенные острием внутрь, мешают насекомому выбраться из западни. Одновременно желёзки на стенках кувшина выделяют пищеварительный сок. Переваренную пищу всасывают особые клетки стенок кувшина.

У североамериканских насекомоядных растений саррацении и дарлингтонии черешок листа превратился в трубку. Пластинка листа у саррацении представляет собой крышечку над трубкой, а у дарлингтонии — вырост у отверстия трубки, похожий на хвост рыбы. В трубках этих растений также находится жидкость, однако уже без пищеварительных ферментов. Когда утонувшие в жидкости насекомые сгнивают, продукты их разложения всасываются стенками трубки.

На Пиренейском полуострове и в Марокко растет насекомоядное растение росолист. Мелкие желёзки на его листьях выделяют слизь и пищеварительный сок. На эти липкие листья попадают насекомые.

Все насекомоядные растения можно разбить на три группы: с активно движущимися органами для ловли насекомых (росянка, жирянка, мухоловка); с клейкими листьями, которыми растения улавливают насекомых (росолист); с пузырьками, кувшинами и «ловчими ямами» в виде трубочек (пузырчатка, непентес, саррацения).

Насекомоядные растения не утратили, однако, способности питаться и обычным для растений образом — неорганическими веществами из почвы и воздуха. Если им не давать животной пищи, они будут продолжать жить, цвести и плодоносить. Почему же у этих растений возникла потребность в дополнительной органической пище? Оказывается, что все насекомоядные растения живут на почве, бедной азотистыми солями и другими минеральными питательными веществами, главным образом на торфяных болотах, в водоемах, на песках и т. п. Из такой почвы растение не может получить достаточного количества необходимых питательных веществ. Очевидно, это обстоятельство и было причиной возникновения приспособлений, позволяющих растению использовать животную пищу.

Ядовитые растения

Ядовитыми называются растения, содержащие такие химические вещества, которые, попав в организм человека или животного, вызывают отравление. Отравление может привести к тяжелому заболеванию и даже к смерти. Для самого растения ядовитые вещества имеют большое значение. Они защищают растение от животных, которые могли бы съесть его стебли, листья, корни или семена.

К ядовитым веществам, содержащимся в растениях, относятся азотистые соединения (алкалоиды), соединения сахаров со спиртами, кислотами и другими веществами (гликозиды), растительные мыла (сапонины), горькие вещества, токсины, смолы, углеводороды и др.

У некоторых растений ядовиты кора и плоды, а листья и цветки совсем безвредны (крушина), у других ядовиты цветки (гречиха), у третьих — только плоды (плевел), а у некоторых видов ядовито все растение, кроме плодов (сумах). Есть растения целиком ядовитые (вороний глаз). По мере развития растения количество ядовитых веществ в нем меняется.

Человек и различные виды животных неодинаково восприимчивы к различным ядам. Так, атропин, содержащийся в белладонне, например, сильно действует на людей, опасен он для кошек, собак и птиц, но слабо действует на лошадей, свиней и коз, а для кроликов совсем безвреден. Птицы погибают от плодов аниса, тмина и укропа, а человек использует их в пищу. Отчасти подобное явление объясняется физиологическими особенностями человека и различных видов животных, и прежде всего особенностями строения пищеварительных органов и нервной системы, потому что ядовитые вещества в большинстве случаев попадают в организм вместе с пищей и в первую очередь действуют на нервные клетки.

Дети, а также молодняк животных более чувствительны к ядам и лекарствам, чем взрослые, и поэтому гораздо чаще отравляются ядовитыми растениями. Это случается и потому, что дети не знают, какие растения ядовиты. Ядовитые растения нельзя брать в рот; невымытой рукой, державшей их, нельзя касаться глаз. Некоторые яды находятся в соке растений, который способен растворить жир, покрывающий поверхность кожи; впитываясь в кожу и попадая в кровь, такой сок вызывает отравление. Яд, введенный в кровь, действует сильнее, чем попавший в организм с пищей.

Смерть при отравлении наступает от поражения наиболее важных органов, в первую очередь дыхания, затем пищеварения. При остром отравлении смерть наступает через несколько минут. Слабые яды действуют длительное время, но также могут привести к смерти. Поэтому при отравлении необходимо принимать срочные меры. Прежде всего нужно отвести пострадавшего к врачу. Если это почему-либо быстро сделать нельзя, необходимо вывести ядовитые вещества из организма, промыв желудок большим количеством воды.

Противоядия принимаются только по указанию врача.

Растительные яды в малых дозах часто используются как лекарства.

Ядовитые растения подразделяются на несколько групп, в зависимости от того, на что они воздействуют. Одни оказывают влияние преимущественно на центральную нервную систему (белена, дурман, красавка, мак, плевел), другие — на пищеварительный тракт и органы дыхания (аронник, волчье лыко, молочай, куколь), третьи — на сердечно-сосудистую систему (вороний глаз, ландыш). Главным образом на функции печени воздействуют крестовник и люпин, а на тканевый обмен — манник и посевной лен.

К ядовитым растениям относится около 10 тыс. видов, что составляет приблизительно 2% от общего числа видов растений мира. Больше всего ядовитых растений среди покрытосеменных и грибов (см. ст. «Грибы»). Значительно меньше их среди голосеменных, папоротникообразных, мхов, водорослей и лишайников. Среди двудольных растений ядовитых больше, чем среди однодольных. Есть семейства, в которых большинство видов ядовито: лютиковые, пасленовые, молочайные, тутовые и др. В семействах сложноцветных и кактусовых ядовитых растений совсем мало, а в семействе губоцветных их вообще нет. В пределах рода могут быть ядовитые и неядовитые виды. Даже один и тот же вид в различных условиях существования может быть ядовитым или неядовитым.

В экваториальных странах ядовитых растений больше, чем в странах умеренного климата, и яды, содержащиеся в них, обладают более сильным действием. Если ядовитые растения, растущие на юге, например аконит, лавровишню, вырастить на севере, то их ядовитые свойства становятся слабее. Но это не значит, что в холодном климате нет ядовитых растений. Ядовитый рододендрон золотистый растет в Сибири и на Камчатке, очень широко распространены в холодном климате ядовитые чемерицы и лютики.

Ядовитые растения можно встретить в лесах хвойных и лиственных, сухих и влажных, на болотах и топких местах, по берегам рек, на лугах и полях и как сорные вблизи жилищ.

Белокрыльник болотный. *Слева* — созревшие плоды.

Купальница европейская. *Справа* — цветок и корень.

Остановимся на растениях наиболее опасных и часто встречающихся.

В лесах Европейской части СССР и субальпийской зоне Кавказа можно встретить очень красивый кустарник *волчье лыко*. Высота кустарника — от 30 до 120 см. Волчье лыко цветет ранней весной, в апреле, до появления листьев. Его душистые розовые цветки располагаются на ветке плотными пучками, цветоножки очень короткие. У волчьего лыка красивые плоды — овальные ярко-красные костянки. Однако они очень ядовиты и несут смерть тому, кто их проглотит. Растение содержит гликозид дафнин. При отравлении этим ядом появляются судороги и кровавый понос.

По соседству с волчьим лыком можно встретить кустарник *жимолость обыкновенную*, или *волчьи ягоды*. Высота жимолости от 1 до 2,5 м. Желтовато-белые цветки, а затем темно-красные ягоды, расположены по два на общем цветоносе. По этому признаку жимолость можно отличить от других кустарников. У растения ядовиты плоды.

В травяном покрове хвойных и смешанных лесов Европейской части СССР и Кавказа часто встречается *вороний глаз четырехлистный*. Это многолетнее невысокое растение легко узнать — оно не похоже ни на какое другое. В верхней части стебля (высота его — 15—30 см) расположена четырехлистная мутовка, из которой выходит цветоножка с зеленоватым цветком. Ягода вороньего глаза черная, с синеватым налетом. Отравление корневищем вороньего глаза вызывает рвоту, ягоды действуют на сердце.

Почти по всей стране на влажных и сырых лесных лугах, по болотам, топким берегам рек и прудов встречается сильно ядовитый многолетник *вех ядовитый*, или *цикута*. Высота веха достигает 120 см. Корневище у него толстое, внутри полое, с перегородками. На продольном срезе корневища выступают капли желтовато-оранжевой смолы. Нижняя часть стебля цикуты обычно красноватая, дважды-, триждыперистые листочки тонкие, ажурные. Белые цветки собраны в соцветия — сложные зонтики. Общей обвертки у зонтиков нет, есть только частные. Цветет вех с июня до сентября. Ядовито все растение, особенно корневище. Яд действует на мозг; смерть наступает от паралича дыхания. Вех — очень опасное ядовитое растение. От него чаще всего погибают дети, так как корневище веха сладкое и дети принимают его за сельдерей. Вех часто растет близ деревень у ручьев, среди белокрыльника и осоки. Из семейства зонтичных, к которому относится вех, там же могут встретиться *дудник* и *дягиль*. Но вех от них легко отличить. У дягиля и дудника листья, так же как и у веха, дважды-, триждыперистые, но крупные. У листьев дягиля большие вздутые влагалища.

В тенистых лесах и кустарниках на юго-западе Европейской части СССР и на Кавказе встречается ядовитое растение *аронник пятнистый*. Ядовиты у него в сыром виде листья, корневища и ягоды. Ядовитое вещество алкалоид аронин вызывает воспаление кожи и слизистых оболочек.

На территории Советского Союза растет ядовитое растение семейства ароидных — *белокрыльник болотный*. Его можно встретить на берегах водоемов и на болотистых лугах. Свое название он получил потому, что после образования плодов его белый кроющий лист раскрывается, как крыло. Ядовиты у белокрыльника сырые корневища, но в вареном виде они съедобны.

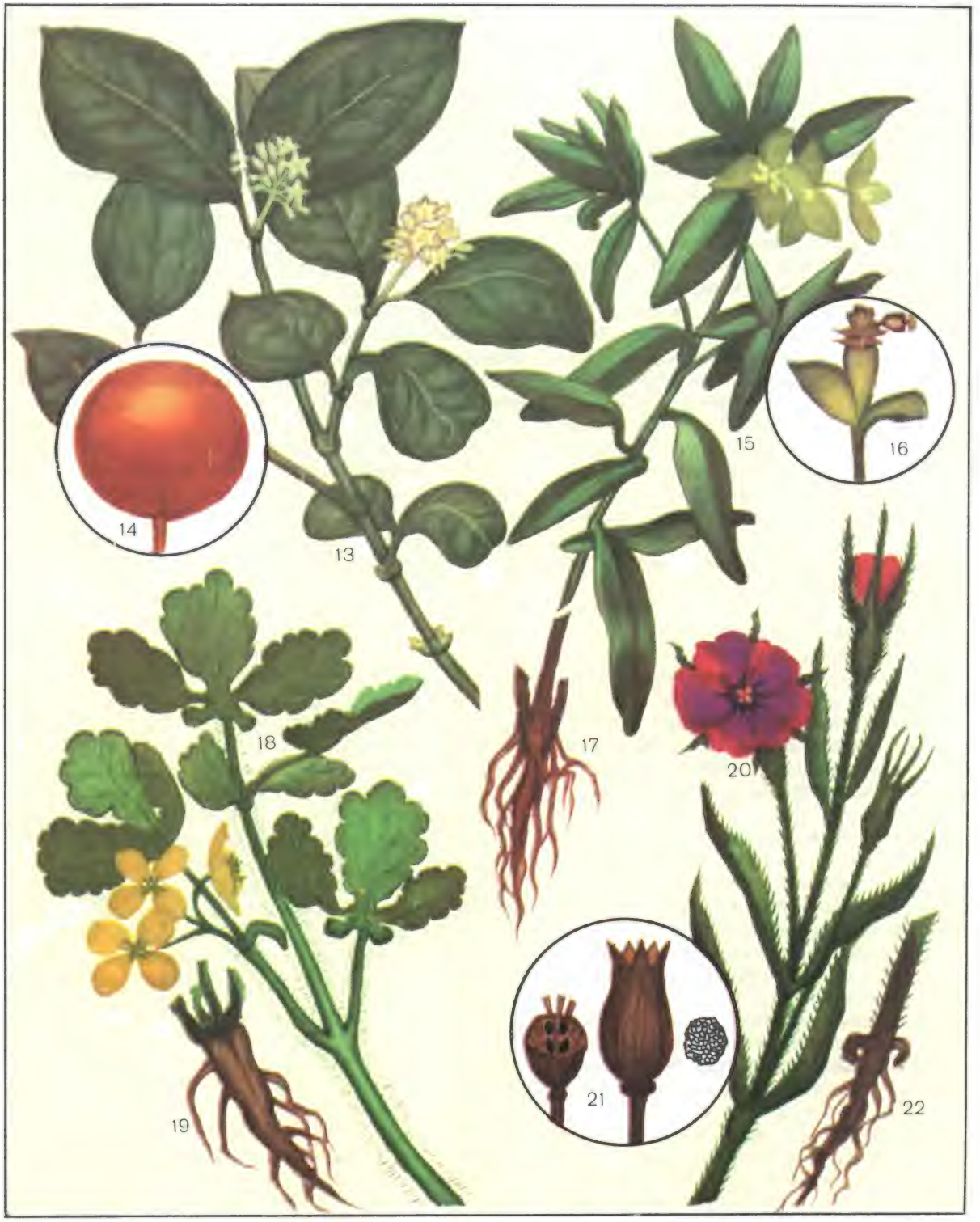
На торфяных болотах, в хвойных лесах Европейской части СССР, в Сибири и на Дальнем Востоке произрастает *багульник болотный* — кустарник с резким одуряющим запахом. Вместе с багульником часто встречаются голубика, черника, брусника, вереск. Высота багульника — 50—120 см. Его молодые ветви, нижняя сторона листьев, цветоножки и плоды-коробочки густо покрыты ржаво-бурым войлоком. Цветет багульник в мае — июне белыми колокольчатыми цветками. Ядовито все растение, особенно листья.

В буковых лесах и по горным склонам Крыма, Кавказа и Карпат растет *белладонна* (красавка) — одно из самых ядовитых растений. Ядовиты все части растения, нередко три его ягоды — смертельная доза. Смерть наступает от остановки дыхания.

В лиственных и смешанных лесах много и других ядовитых растений: *копытень европейский, воронец*

Ядовитые растения:
1 — вех ядовитый;
2 — корневище веха в разрезе;
3 — сумах ядовитый;
4 — плоды сумаха;
5 — волчье лыко с плодами; *6* — цветки волчьего лыка;
7 — вороний глаз;
8 — плод вороньего глаза;
9 — болиголов;
10 — корень болиголова;
11 — аронник; *12* — плоды аронника;

13 — чилибуха;
14 — плод чилибухи;
15 — молочай обыкновенный;
16 — цветок молочая;
17 — корень молочая;
18 — чистотел большой;
19 — корень чистотела;
20 — куколь;
21 — коробочка куколя и семя; *22* — корень куколя.



колосистый, ветреницы — дубравная, лютиковая и *лесная, пролеска многолетняя, ландыш майский, сон-трава*. На топких речных берегах, на болотистых лугах и вообще на влажных местах растут *купальница европейская* (ядовиты корни), *омежник водяной, чемерица белая, лютик едкий*.

В буковых лесах Крыма и горных лесах Кавказа произрастает вечнозеленое сильно ядовитое хвойное дерево *тис*, живущее до 3—4 тыс. лет. Чаще всего тис растет в виде густоразветвленного кустарника, древесина его красноватая, очень твердая и плотная. Листья (хвоя) тиса линейные, плоские, блестящие. Плоды красные. Хвоя, кора и древесина ядовиты, особенно старая хвоя. Яд действует на сердце, смерть при отравлении может наступить от удушья.

В Закавказье и на Черноморском побережье растет в диком виде и культивируется вечнозеленое дерево высотой до 10 м — *самшит*. Разводят его также в садах и парках в качестве бордюрного кустарника. Кора самшита сероватая, листья овальные, блестящие, кожистые. Цветки мелкие, собраны клубочками, плод — коробочка. Растение имеет неприятный запах. Все части самшита ядовиты. Смерть при отравлении наступает от удушья.

Много ядовитых растений среди сорняков. Они тем более опасны, что произрастают вблизи домов — на пустырях и огородах. Чаще других встречается *болиголов крапчатый*, распространенный в Европейской части СССР, на Кавказе, в Средней Азии и Западной Сибири. Стебель болиголова покрыт сизым налетом и красно-бурыми пятнами. Цветки мелкие, белые, собраны в сложные зонтики. Цветет с июня до осени. Один из признаков — запах: болиголов пахнет мышами. Ядовиты все части растения, особенно плоды. После отравления смерть наступает от удушья.

Среди сорняков могут встретиться и другие ядовитые растения: *переступень белый (бриония), паслен сладко-горький, куколь, молочай, чистотел большой*, содержащий ядовитый млечный сок желтоватого оттенка, *белена*, ядовитое вещество которой действует на мозг. Люди, отравившиеся беленой, приходят в буйное состояние. Отсюда выражения «белены объелся», «взбеленился».

Среди культивируемых растений также есть ядовитые. Особенно следует отметить *мак снотворный* и декоративное растение *аконит (борец)*. У мака ядовиты плоды — коробочки, содержащие млечный сок, у аконита — корни.

В субтропиках и тропиках еще больше ядовитых растений. Опишем лишь некоторые из них. В Средиземноморье растет вечнозеленый кустарник — *олеандр*. Разводится он как декоративное растение на Черноморском побережье Кавказа и как комнатное — севернее. Все части олеандра ядовиты. Известны случаи отравления водой, в которую упали листья и цветки олеандра. Отравлялись люди, пившие из сосудов, закрытых пробками из древесины олеандра, отравлялись дичью, поджаренной на вертелах из олеандра. В Северной Америке встречается кустарник *сумах ядовитый*. Это очень ядовитое растение — у некоторых людей даже простое прикосновение к нему вызывает отравление.

В приключенческой литературе нередко упоминается страшный яд кураре, которым индейцы Южной Америки отравляли свои стрелы. Яд вызывает паралич и смерть от остановки дыхания. Кураре представляет собой смесь сгущенных экстрактов из южноамериканских растений рода стрихнос. К роду стрихнос относится и *чилибуха* — ядовитое растение тропических лесов Азии и Северной Австралии.

Еще в прошлом веке существовало представление, что где-то в южных странах растет чрезвычайно ядовитое дерево *анчар*. А. С. Пушкин написал о нем стихотворение «Анчар». Вы помните эти строки?

В пустыне чахлой и скупой,
На почве, зноем раскаленной,
Анчар, как грозный часовой,
Стоит — один во всей вселенной.

Природа жаждущих степей
Его в день гнева породила
И зелень мертвую ветвей,
И корни ядом напоила.

Но на самом деле это растение далеко не так ядовито. Анчар — очень высокое (до 40 м) дерево. Растет он на островах Ява и Калимантан. Ядовит в анчаре млечный сок, но отравляющее действие его слабое. Поэтому для отравления стрел к соку анчара прибавляли яды других растений, действующие сильнее. Во времена Пушкина ботаники представляли себе анчар именно так, как описал его великий поэт. Подобное представление об анчаре возникло потому, что на Яве действительно есть «долина смерти» и пребывание в ней опасно для человека, но анчар тут ни при чем: все живое в этой долине убивает выделяющийся из горных трещин углекислый газ.

Лекарственные растения

Уже в глубокой древности люди научились распознавать среди множества трав целебные и использовать их для лечения. В наше время лекарственные растения хорошо изучены. Их очень много (более 500 видов) в наших лесах, степях, на лугах. Целебные действия лекарственных растений объясняются тем, что в их листьях, стеблях, корнях, цветках или плодах содержатся витамины, пахучие, вяжущие, ядовитые или другие вещества, применяемые в медицине. Они вырабатываются в определенное время жизни растения. Поэтому нужно точно знать не только растения, какие следует заготовить, но также когда и где их собирать.

Кто из вас не знает *подорожника большого?* Он растет возле дорог и тропинок, и розетки его листьев мы буквально топчем ногами. Листья подорожника употребляют как средство от ушибов, нарывов, при перевязках ран как кровоостанавливающее средство.

В средней и южной полосе СССР встречается *ромашка лекарственная*. Краевые цветки ее корзинок белые, а средние, трубчатые — желтые. От других, похожих видов ромашек она отличается выпуклым цветоложем, внутри пустым. Для лечебных целей используют цветочные корзинки и добываемое из них эфирное масло. Употребляется лекарственная ромашка как потогонное, противосудорожное и улучшающее пищеварение средство, а также для припарок, примочек и полосканий.

В мае в лесах вас радуют белоснежные душистые цветки *ландыша*. Но немногие из вас знают, что его цветки и листья употребляются для лечебных целей. Соцветия срезают у основания кисти или обрывают одни цветки и тотчас сушат. Одновременно собирают листья, но укладывают, а затем и сушат их отдельно. Приготовленные из ландыша капли употребляются как сердечное успокаивающее средство.

На лугах, в лесах растет *валериана возвышенная* и другие ее виды. Корни и корневища валерианы имеют характерный запах. Приготовленные из них капли широко применяются при нервных расстройствах и болезнях сердца.

Кустарник *малину обыкновенную* вы найдете в лесу, на вырубке, на берегу реки или в овраге. Из его красных плодов приготовляют потогонный напиток, помогающий при простуде. То же действие оказывают высушенные соцветия липы, которые заготавливают вместе с прицветным листом.

По всему Советскому Союзу в лесах и кустарниковых зарослях произрастает *черемуха*. Ее черные вяжущие плоды созревают в августе. Плоды и кору черемухи используют для получения настоев и отваров, применяемых при кишечных расстройствах. Такое же действие оказывают шаровидные сизочерные сладкие ягоды *черники*, широко распространенной в хвойных лесах.

Очень полезное растение — *шиповник обыкновенный*, колючий кустарник с красивыми крупными розовыми цветками. Плоды его богаты витамином С. Из высушенных плодов приготовляют различные противоцинготные препараты и настойки.

Для лечебных целей используют также луковицы некоторых видов *рябчиков*, произрастающих в различных районах нашей страны, и сочные корневые клубни *ятрышников*. Первые употребляют при легочных заболеваниях и кашле. Препараты из молодых корневых клубней ятрышников (салеп) применяются при отравлении и кишечных катарах у детей.

В средней и северной полосе РСФСР, на Урале и Кавказе произрастает вечнозеленый кустарник с жесткими линейношиловидными листьями, расположенными по три в мутовке. Это *можжевельник обыкновенный*. Его сушеные зрелые ягодообразные шишки и содержащееся в них эфирное масло оказывают мочегонное действие и способствуют пищеварению.

В лесной зоне часто встречается многолетнее растение *папоротник щитовник мужской*. Подземный стебель его — корневище — несет крупные перистые листья. Оно ядовито. Из него изготовляют препараты против ленточных глистов.

По болотистым местам нашего Севера широко распространены *сфагновые мхи*. Издавна они применялись как перевязочный материал для гнойных ран. Рекомендуется собирать сфагнум с длинными стеблями (более 7 см).

Сильно ядовитыми растениями являются белена обыкновенная, белладонна (красавка) и дурман обыкновенный, а также аконит, или борец (см. ст. «Ядовитые растения»).

Белена обыкновенная растет на засоренных местах и пустырях (главным образом в УССР). Из листьев, собранных во время цветения, получают вещество, используемое в наружных болеутоляющих лекарствах и как средство от кашля. *Белладонна* — высокое травянистое растение с черными блестящими ягодами, похожими на вишню. Ядовиты все части растения. Растет белладонна в Крыму, на Кавказе, в Карпатах. Препараты из листьев и корней принимают при болезнях желудка и кишечника. Вещество атропин, получаемое из этого растения, имеет широкое применение при лечении внутренних органов. Оно необходимо также при лечении глазных заболеваний для расширения зрачка. *Дурман обыкновенный*, или «бешеное зелье», часто встречается

Лекарственные растения: *1* — белладонна; *2* — плод белладонны; *3* — корень белладонны; *4* — можжевельник обыкновенный; *5* — шишкоягода можжевельника; *6* — шиповник обыкновенный; *7* — плод шиповника; *8* — папоротник щитовник мужской; *9* — бузина черная; *10* — плоды бузины черной; *11* — черника; *12* — валериана; *13* — корень валерианы;

14 — белена обыкновенная; *15* — плоды белены; *16* — ромашка лекарственная; *17* — разрез корзинки ромашки лекарственной; *18* — дурман обыкновенный; *19* — мак снотворный; *20* — коробочка мака снотворного; *21* — клещевина; *22* — семя клещевины; *23* — коробочка клещевины; *24* — мята; *25* — цветок мяты.

на сорных местах и пустырях в Крыму, на юге Европейской части СССР и на Кавказе. Это растение с довольно крупными листьями и большими сильно пахнущими белыми цветками. Из сухих листьев и семян дурмана получают успокаивающее средство, применяемое при астме и судорожном кашле. *Аконит джунгарский* и *аконит каракольский* произрастают в Средней Азии. Из их крупных клубней, собранных осенью, извлекают ядовитые вещества, которые прописывают больным в очень малых дозах как болеутоляющее средство.

Своеобразное лекарственное растение — *спорынья*. Она относится к паразитным грибам, поражающим злаки. Ядовитые черно-фиолетовые рожки ее (длиной от 1 до 5 см) образуются чаще всего на колосьях ржи. Собирают рожки спорыньи перед жатвой или после обмолота хлебов. После сбора их нужно подвергнуть сушке, пока они не будут ломаться с треском. В готовом к сдаче виде рожки должны быть черно-фиолетового цвета снаружи и бледно-фиолетовой окраски в изломе. Рожки спорыньи — ценное лекарственное сырье, из которого приготовляют кровоостанавливающее средство.

Познакомившись с некоторыми лекарственными растениями, вы заметили, что у одних из них используются листья, у других — стебли, цветки, плоды и почки, у третьих — подземные органы: корни, корневища, луковицы, клубни. Почти каждое лекарственное растение требует своего особого способа сбора и сушки. Обычно в средней полосе Европейской части СССР почки, кору, а также некоторые корневища собирают весной (март — май). Летом (июнь — июль) заготавливают листья, цветки, олиственные и цветоносные стебли, мох сфагнум. При крайней необходимости последний можно собирать в любое время года. Осенью (август — октябрь) выкапывают подземные органы растений, а также заготавливают плоды. В специальной литературе все сроки указываются более точно. Прежде чем приступить к сбору определенных лекарственных растений, их необходимо изучить, чтобы не спутать с другими, похожими видами. Далее нужно установить места сбора, где имеются требующиеся виды в соответствующей фазе развития, причем в нужном количестве (чтобы заготовка была целесообразна).

При сборе лекарственных растений используют лопаты, грабли, вилы с загнутыми концами, ножи из нержавеющей стали (железные ножи портят растения). Чтобы собранные части растений не слеживались, корзины, в которые их складывают, должны быть широкие, но не глубокие (не рекомендуется использовать мешки и ящики). Более глубокие корзины (50 см высотой, с шириной дна 12×16 см) можно взять лишь для сбора плодов. Хорошо обшить их изнутри какой-либо прочной тканью, чтобы лучше сохранить заготавливаемый материал.

Собирают лекарственное сырье в хорошую погоду, когда роса уже обсохла. Нужно помнить, что многие растения содержат ядовитые вещества. Поэтому не следует брать их в рот, нельзя также во время сбора ядовитых растений прикасаться руками к глазам. После сбора руки необходимо тщательно вымыть. Нельзя собирать запыленные и загрязненные растения, а также пораженные грибными болезнями и источенные насекомыми. Нужно следить, чтобы с данным видом лекарственного растения не попали другие.

Подземные органы (корни, корневища) после сбора следует промыть в холодной проточной воде.

Особого внимания и аккуратности требует заготовка плодов и семян. Из сочных плодов обычно собирают ягоды черники, брусники, голубики, клюквы и т. д., костянки черемухи, крушины, сложные плоды малины, земляники, шиповника и др. Собирать их следует в зрелом состоянии, рано утром или вечером — тогда они не скоро портятся. Загрязненные сочные плоды срывать не рекомендуется (мыть их нельзя из-за быстрой порчи). В корзине они должны лежать свободно, поврежденные ягоды нужно отобрать и выбросить.

К сушке следует приступить тотчас после сбора растений, удалив различные примеси. Сушат растения на открытом месте или в хорошо проветриваемых помещениях: на чердаках, в ригах, сараях, если там достаточно сухо и чисто. Под железной крышей сушка идет быстрее и лучше, чем под черепичной, соломенной или деревянной. Иногда материал подвергают сушке на русской печи. Нельзя сушить собранное сырье на солнце или в сильно освещенных помещениях.

Большое значение имеет температура. Так, например, рожки спорыньи нельзя сушить при температуре выше 50°, так как тогда они теряют свои целебные качества. Ароматические растения требуют для сушки температуры не выше 25—30°, а корни алтея — не выше 35°. Листья белены и белладонны высушивают при 50—60°. Сочные плоды при сушке следует располагать равномерным рыхлым слоем на полотнищах, холстах или чистых рогожах, укрепленных на рамках, а не на полу. Время от времени их следует осторожно перемешивать, но так, чтобы они не крошились и не мялись.

После сушки следует проверить, удовлетворяет ли полученный материал требуемым для сдачи (кондиционным) условиям. С ними, а также с образцами заготавливаемых растений необходимо ознакомить-

ся заранее на заготовительных пунктах. Доброкачественно высушенное сырье следует тщательно упаковать в чистые мешки, рогожные кули или другую тару и как можно скорее сдать на заготовительные пункты. Хранить готовую продукцию можно лишь в сухом, проветриваемом помещении. Всякий запах передается сырью и обесценивает его. Надо защищать его также от прямых солнечных лучей, загрязнения и сырости. Чем натуральнее окраска заготовленных растений и чем чище собранный материал, тем он лучше.

В СССР ежегодно заготавливают большое количество лекарственного сырья. Часть его экспортируется в другие страны. В этом важном для нашей Родины деле большую помощь можете оказать вы, школьники.

Растительность тундр

Тундра — страна вечной мерзлоты, долгого зимнего мрака и короткого полярного лета с незаходящим, слабо греющим солнцем. Солнечного тепла здесь в два раза меньше, чем в умеренном климате. Время, в течение которого возможно развитие растений, очень коротко — 2—3 месяца. Зима продолжается около 8 месяцев, средняя годовая температура всюду ниже нуля, заморозки возможны во все месяцы лета. Трудно жить растениям в таких суровых условиях.

В СССР наиболее благоприятна для растений западная часть тундровой зоны — Кольский полуостров. Близость Атлантического океана и теплое Северо-Атлантическое течение умеряют в этих местах холодное дыхание Арктики. Средняя температура января —6°, а осадков выпадает до 400 мм в год. К востоку климат становится суровее: понижается температура, уменьшается количество осадков, короче становится лето. Во многих районах Якутской АССР средняя температура января —40°. Годовое количество осадков на севере Сибири — 200—300 мм, а в устье Лены снижается до 100 мм. Снега в тундре мало. На западе средняя толщина снежного покрова — 50 см, а на востоке, в Якутии,— всего 25 см.

В тундре постоянно дуют очень сильные ветры. Зимой нередко бывает пурга и скорость ветра достигает 30—40 м в секунду. Взметая тучи снега, сбивая с ног людей и переворачивая нарты с оленями, беснуется пурга на бескрайних просторах тундры. Нередко она продолжается 5—6 дней. Ветры сдувают снег с возвышенностей в лощины, долины рек, и оголившаяся земля сильно промерзает. Скованная морозом почва не оттаивает полностью за короткое лето, и на некоторой глубине из года в год сохраняется мерзлая почва — *вечная мерзлота*. Мощность мерзлого слоя достигает нескольких метров. На крайнем западе тундровой зоны этого слоя уже нет. Чем дальше к востоку, тем шире полоса вечномерзлых почв. В Восточной Сибири ее южная граница спускается южнее Иркутска.

Почва в тундре всегда холодная. Даже летом на небольшой глубине температура ее не поднимается выше 10°. Вечная мерзлота замедляет почвообразование. В верхних слоях почвы накапливается вода, подпираемая вечномерзлым слоем, а это влечет за собой заболачивание поверхности и накопление полуразложившихся остатков растений — торфа. Но мощных залежей торфа в тундре нет — слишком невелик здесь прирост растительной массы.

Вечная мерзлота, малое количество осадков, низкая температура и сильный ветер создают в тундре своеобразную и очень суровую обстановку. С поверхности растений воды испаряется больше, по крайней мере в некоторые периоды летнего сезона, чем подается корнями. Поэтому растения в тундре, как и в сухих южных областях, имеют *ксероморфные* черты, т. е. приспособлены к уменьшению испарения: их мелкие листья часто свернуты, одеты волосяным покровом, имеют восковой налет и другие особенности. Эти черты возникли и в процессе приспособления растений к химическим особенностям тундровых почв. При пониженных температурах почвы нарушается деятельность корней: они плохо усваивают азот и фосфор. В результате растения плохо растут: уменьшаются их размеры, они становятся мелколистными.

Флора тундровой зоны очень бедна. В тундрах Евразии и Северной Америки насчитывается не более 500 видов высших растений.

В средней полосе тундровой зоны большие пространства занимают *моховые* и *лишайниковые тундры*. Ландшафт их сер и однообразен. Наиболее характерно для него полное отсутствие древесной растительности. В моховом покрове преобладают зеленые мхи. Реже встречаются торфяные мхи, не

Мохово-осоковая тундра с болотами и озерками (полуостров Таймыр).

Арктическая красная толокнянка. *Справа* — лишайник кладония.

Морошка. *Справа* — вороника.

Каменистая лесотундра на Кольском полуострове.

образующие обычно сплошных ковров. Лишайники представлены огромным количеством видов. Среди них наиболее распространены кустистые. Вместе с мхами и лишайниками здесь растут в небольшом количестве кустарнички: вороника, арктическая толокнянка и др. Их подземные органы и почки скрыты в моховом покрове, где зимой находят они хорошую защиту от неблагоприятных условий. Моховой ковер, как рыхлая губка, впитывает влагу и еще более способствует заболачиванию тундры.

Для более южных районов тундровой зоны характерны *кустарниковые тундры*. Это заросли кустарников. В верхнем ярусе растет главным образом карликовая березка, во втором — вороника, вересковые кустарнички — багульник, филлодоце. Местами встречаются заросли низкорослых ив: полярной, сетчатой, травянистой. Третий ярус (напочвенный покров) образован различными мхами и лишайниками, но они развиты значительно слабее, чем в моховых и лишайниковых тундрах. В речных долинах и по окраинам болот растут более крупные (до 1 м и выше) ивы: шерстистая, лапландская и др.

В северных районах тундры условия более суровы и зимой вымерзают даже мхи и лишайники. В этих районах среди многочисленных участков голой почвы ютится жалкая растительность — угнетенные мхи, лишайники и некоторые мелкие кустарнички. Такая тундра носит название *пятнистой*.

В некоторых местах тундры на поверхность выходят каменистые грунты. Это *каменистая тундра*. Здесь островками растут отдельные растения или небольшие группы их. Чаще всего встречаются дриада, или куропаточья трава, полярные маки с красными, желтыми, белыми цветками, филлодоце, арктическая толокнянка, кассиопе.

Отсутствие в тундре деревьев и высоких кустарников объясняется прежде всего губительными для них иссушающими сильными ветрами в весеннее время, когда надземные части растений сильно нагреваются солнцем, а корни не могут подать из холодной почвы достаточного количества воды. В этих условиях надземные части растений быстро погибают. Губительно отражается на растениях и недостаточная толщина снежного покрова. Все части растений, которые возвышаются в тундре над снежным покровом, зимой сильно высыхают. Лютые морозы и ураганные ветры обезвоживают ткани, а кристаллы плотного снега в пургу сдирают кору и ломают почки. В результате ветви отмирают.

Отдельные деревья, иногда собранные в небольшие группы — рощицы, встречаются лишь на крайнем юге тундровой зоны — в *лесотундре*. Для лесотундры характерно чередование лесных участков с тундровыми (главным образом с кустарниковой тундрой).

На границе леса растут различные деревья. С запада на восток сменяют друг друга береза, ель европейская, ель сибирская, лиственница даурская. У деревьев на границе леса угнетенный вид, они не выше 6 м. Встречаются деревья и в тундре, но лишь по долинам рек, где они образуют своеобразные зеленые языки среди унылых и монотонных безлесных пространств. В долинах деревья находят защиту от ветра. Кроме того, в реках, текущих с юга на север, более теплая вода, а это повышает температуру и окружающих реку склонов. К тому же реки осушают почву. Почва вдоль рек хорошо прогревается, и уровень вечномерзлого слоя сильно понижается.

В тундровой зоне много болот, лугов и зарастающих водоемов. Болота покрыты зелеными мхами и различными травами: осоками, пушицей узколистной, вахтой. Среди них растут различные ягодники: морошка, клюква мелкоплодная, голубика.

Многие растения в тундре не могут за короткое лето пройти все фазы своего развития, часто они не успевают образовать зрелые семена. Поэтому в тундре почти нет однолетних растений. Большинство растений тундры — многолетние. Захваченные морозом в цветении или при завязывании плодов, они прерывают развитие, а весной продолжают цвести или формировать семена. Некоторые многолетники потеряли в тундре способность приносить зрелые семена и размножаются только вегетативно. Так, на островах Шпицберген не дают семян вороника, карликовая береза, злак овсяница. Редки в тундре луковичные и клубневые растения.

В тундре преобладают вечнозеленые растения с кожистыми листьями. У них есть различные при-

способления, которые уменьшают испарение и дают возможность не затрачивать весной много времени на образование новых листьев.

Из-за суровых условий жизни прирост органической массы у растений ничтожен. Лишайники нарастают всего на 1—3 мм в год. У полярной ивы на Кольском полуострове побеги удлиняются за год всего на 1—5 мм и дают по 2—3 листа.

Растениям тундры присущи своеобразные формы, которые помогают им наилучшим образом использовать солнечное тепло и защищаться от ветра. Особенно характерны так называемые шпалерные формы кустарников и деревьев. Их образуют, например, березы, ели, различные ивы. Стволы и ветки этих растений, кроме отдельных веточек, скрыты под мхом или лишайником.

Многие тундровые растения приобрели подушкообразную форму. От корневой шейки таких растений в разные стороны отходят многочисленные побеги, которые, в свою очередь, неоднократно разветвляются. Плотная подушка лучше прогревается солнечными лучами, побеги хорошо защищены от иссушающего действия ветра. Отмирающие нижние листья падают вниз, перегнивают и обогащают почву под подушкой перегноем. Подушки образуют, например, бесстебельная смолевка, камнеломки. Они так плотны, что издали напоминают затянутые мхом камни. Тем удивительнее видеть их в период цветения, когда они покрываются множеством бледно-розовых и белых цветков.

Растения в тундре вообще жмутся к земле. Благодаря этому они меньше подвергаются иссушающему действию ветра и получают больше тепла, так как почва здесь прогревается сильнее, чем воздух.

У многих тундровых растений очень крупные цветки. Так, соцветия арктической ромашки, высота которой 10—25 см, достигают 8 см в диаметре. Цветки многих растений ярко окрашены и хорошо заметны издали. Для растений это очень важно, так как в тундре мало насекомых, производящих опыление. Лужайки с ярко-зеленой сочной низкорослой травой, покрывающиеся в первые недели короткого лета пестрым ковром пышных цветков: синими незабудками и горечавками, желтыми лютиками, розовыми кистями астрагалов и красными гроздьями мытников — радуют глаз. Многие представители тундровой флоры — прекрасные декоративные растения и, несомненно, могут украсить новые города и промышленные центры, строящиеся на далеком Севере.

Растительный мир тайги

Тайгой называют обширные дремучие хвойные леса, которые протянулись широкой полосой в северной части Европы, Азии и Северной Америки. На севере тайга граничит с тундрами (непосредственно или же через узкую полосу криволесий и редколесий), на юге — с зоной смешанных лесов, а в Западной Сибири — с лесостепью.

Климат в тайге суровый. Зима продолжительная и холодная, в некоторых районах морозы доходят до —60°, а в Верхоянске даже до —70°. Лето теплое, но короткое. Количество годовых осадков в тайге распределяется неравномерно, например на западе Евразии — 1000 мм, на востоке — 100—300 мм. Почвы в тайге в основном подзолистые, бедные, малоплодородные. За длительную и холодную зиму почва глубоко промерзает, а весной оттаивает медленно. Во многих местах сибирской таежной зоны под верхним слоем, оттаивающим за лето, лежит слой вечной мерзлоты.

Из-за суровых климатических условий в таежной зоне не могут расти широколиственные породы деревьев — липа, клен, ясень, дуб. За короткое лето у них не могут развиться листья, цветки и семена. Полностью использовать короткое таежное лето успевают только мелколиственные породы — береза и осина. Но лучше всего к условиям тайги приспособлены хвойные деревья — ель, сосна, пихта, сибирский кедр (кедровая сосна) и лиственница.

Тайга СССР

В зависимости от почвенных и климатических условий тайга бывает разного типа: темнохвойная тайга, светлохвойная тайга и сосновые боры.

Наиболее широко распространена *темнохвойная тайга*. Суров ее вид. В лесу полумрак, нижние ветви и стволы деревьев покрыты серыми лишайниками, на почве ковер из мхов и лишайников, много валеж-

ника. Упавшие и полусгнившие стволы деревьев образуют местами непроходимые завалы, в которых находят приют многие обитатели тайги. В таежном лесу встречаются и светлые поляны, заросшие кустарниками, ягодниками, высокими травами. Основные древесные породы темнохвойной тайги — ель обыкновенная и пихта сибирская, а ближе к Уралу и в Сибири также кедр сибирский.

Все виды ели отличаются высокими, до 30—40 м, а иногда и до 60 м, прямыми стволами; ветви, покрытые густой хвоей, спускаются почти до земли, придавая деревьям форму конуса. Хвоя у ели короткая, жесткая и колючая, держится на ветвях в течение 7—12 лет. Шишки длиной 10—15 см, созревают после цветения в тот же год осенью, зимой семена из них высыпаются, и шишки опадают. Первые годы ель растет медленно, к 10 годам обычно не превышает 1—2 м, но к 30—60 годам вырастает до 25—30 м. Расти может до 250—300 лет, а иногда и до 500—600 лет. Прямые стволы ели дают прекрасный строительный и поделочный материал. Еловая древесина — основное сырье для производства бумаги. Самая равнослойная древесина идет на изготовление музыкальных инструментов.

Пихта сибирская — стройное дерево с прямым стволом и узкой конической кроной, с густой темно-зеленой хвоей. Живет она примерно 250 лет, вырастая до 40 м. Внешне пихта похожа на ель, но, присмотревшись, можно найти много отличий. Ствол пихты покрыт очень гладкой и тонкой черновато-серой корой. Хвоя плоская, мягкая и более длинная, чем у ели, держится на ветках до 10 лет. После тиса пихта — наиболее теневыносливое дерево из всех наших хвойных древесных пород. Мягкая древесина пихты идет в основном на разные поделки, а из ее хвои и семян получают масло и другие вещества.

Характерный спутник ели и пихты темнохвойной тайги СССР — кедр сибирский относится к роду сосен. Настоящие же кедры растут в Ливане и других странах с теплым климатом. Кедр сибирский достигает таких же больших размеров, как ель и пихта, но густые кроны образует только на просторе. Живет это могучее дерево до 500—800 лет, ствол его иногда достигает в поперечнике 2 м. Хвоя у кедра трехгранная, длинная (5—13 см), держится на побегах от 3 до 6 лет и растет пучками по 5 хвоинок вместе. По числу хвоинок в пучке различают двух-, трех- и пятихвойные сосны. Из основных видов сосны в нашей стране только сосна обыкновенная — двухвойная, остальные (кедр сибирский, кедр корейский, кедровый стланик) — пятихвойные.

Кедр сибирский не очень требователен к почве, но лучше всего растет на более богатых суглинистых и влажных почвах. Древесина кедра прочная, тонкослоистая, но мягкая и легкая, с приятным запахом. Особую известность кедр сибирский получил благодаря своим вкусным семенам (их неправильно называют кедровыми орешками). Семена идут в пищу, из них добывают масло. Шишки кедра созревают к осени второго или третьего года после цветения. В отдельные годы образуется так много шишек, что под их тяжестью верхушки деревьев ломаются. По этой причине, а также из-за повреждения верхушечных почек насекомыми и морозами деревья кедра часто бывают многовершинными, что придает кедровым лесам своеобразные очертания.

Все темнохвойные породы — ель, пихта и кедр — очень теневыносливы, так как их хвоя способна осуществлять фотосинтез при слабом освещении. Благодаря этому под пологом материнских пород или других деревьев появляются всходы и развиваются молодые поколения темнохвойного леса. Поэтому в темнохвойной тайге можно одновременно увидеть деревья самого разного возраста. Теневыносливостью ели, пихты и кедра объясняется и большая густота их крон. Кроны, смыкаясь, образуют густой полог. В лесу так мало света, что иногда совсем нет подлеска и травянистых растений. Почва покрыта мхом, лишайниками или подстилкой из перегнивающей опавшей хвои. Густой полог ветвей задерживает ветер. В старом темнохвойном лесу всегда полумрак и тишина.

Растительный мир темнохвойной тайги не отличается разнообразием видов. Помимо темнохвойных пород здесь растут сосна, береза, реже лиственница, а в южной части таежной полосы Европы — дуб, липа, ильм, клен остролистный, ольха серая. В тайге много кустарников, но густых зарослей они не образуют. Это можжевельник, ива, смородина, в южной полосе — рябина, лещина, кустарниковая форма липы. В травяном покрове преобладают черника, брусника, кислица, линнея северная, папоротники, плауны, грушанки, майник двулистный, седмичник, некоторые виды осок и злаков. Корни растений оплетены гифами грибов.

Для таежной зоны Европейской части СССР и Сибири характерны *сосновые боры* — леса с преобладанием сосны обыкновенной. Сосна — одно из самых неприхотливых деревьев. Она выносит и теплый климат юга, и суровые морозы севера. Растет на бедных подзолистых и плодородных почвах, на сухих песках и на торфяных болотах, а лучше всего на богатых супесчаных почвах, где образует чистые сосновые боры и дает наиболее ценную древесину. При благоприятных условиях сосна достигает к столетнему возрасту 30—45 м. У сосны невысокие кроны с

Темнохвойная тайга.

В таежном почвенном покрове часто встречаются брусника и черника.

Светлохвойная лиственничная тайга.

Сосновый бор.

Женьшень. *Справа* — корень женьшеня.

мутовчатым типом ветвления, т. е. сучья на стволе расположены в одной горизонтальной плоскости. Хвоя расположена двухвойными пучками (укороченными побегами), которые держатся на ветвях от 2—3 до 6—7 и более лет. Шишки у сосны созревают через 18 месяцев после цветения и опадают через 2—3 года. Как у ели, пихты и лиственницы, семена сосны мелкие, снабжены крылатками, благодаря чему они могут далеко разноситься ветром. Сосна долговечна; деревья в возрасте 200—250 лет не редкость, отдельные же доживают до 300—400 лет.

Красиво в сосновом бору! Приятно пахнет смолой. Сосны стоят свободно, прямые, как колонны. Ровные, без сучьев стволы их одеты внизу толстой темно-серой, а выше более тонкой красновато-желтой корой. Ажурные кроны сосен пропускают много света. Сосна не выносит тени. Сосновый лес, густой в молодости, с возрастом изреживается, так как часть деревьев попадает в затенение и отмирает. В травянистом покрове для таежных боров наиболее характерны брусника, черника, толокнянка, грушанка, злаки, местами вереск. Обычно кустарникового яруса в борах нет, изредка его образует можжевельник, а в Забайкалье — даурский рододендрон. Для многих сосняков характерен ковер из мхов, на сухих песках — из ветвистых лишайников.

Сосна — замечательное дерево. Все в ней — от хвои до корней — используется человеком. Из смолистой древесины сосны получают лучшие пиломатериалы. Во многих районах нашей страны на стволах сосны делают специальные поверхностные надрезы, из которых вытекает смола — так называемая живица. Это ценное сырье для лесохимической промышленности, из нее получают скипидар, канифоль и много других ценных продуктов.

Темнохвойная тайга, покрывающая всю Карельскую АССР, южную часть Мурманской области, северную часть Ленинградской и Вологодской областей, образована главным образом елью обыкновенной. Распространены здесь также сосновые боры. В этом районе растет так называемая карельская береза со свилеватой (с извилистым расположением волокон) древесиной и большими наростами на стволах (капами). Ее древесина в изделиях имеет очень красивый рисунок и высоко ценится в мебельном производстве и в художественных промыслах. У темнохвойной тайги и боров восточной части Русской равнины свои особенности. В самой северной части преобладает ель сибирская. Небольшие площади занимают сосновые и березовые леса. Древостои здесь изреженные, малоценные. Южнее к ели сибирской заметно примешивается пихта сибирская, а ближе к Уралу кедр сибирский.

Горная темнохвойная тайга покрывает северную и среднюю части Уральского хребта. На западных склонах Северного и Среднего Урала растут елово-пихтовые леса с примесью кедра сибирского и лиственницы, в которые вкраплены островки березы и осины и небольшие площади высокотравных горных лугов. На восточных склонах, где климат несколько суровее, растут сосново-березовые леса с примесью ели, пихты и кедра.

За Уралом темнохвойная тайга занимает необъятную Западно-Сибирскую низменность, простираясь до Енисея. Состав лесов здесь очень неоднороден. На севере их составляют ель сибирская и лиственница сибирская, часто с примесью березы. Южнее простираются елово-кедровые леса с березой, лиственницей, местами с сосной. В южной части таежной зоны распространены елово-пихтовые леса с кедром, с примесью березы, иногда сосны. Большие пространства заняты заболоченными лесами с покровом из сфагновых мхов.

Темнохвойные леса покрывают склоны гор Приморья и Сахалина и многих горных хребтов за пределами лесной зоны.

Светлохвойная тайга, или *лиственничные леса*, наиболее характерна для районов Восточной Сибири с резко континентальным, обычно сухим климатом, холодной зимой и коротким жарким летом. Здесь в почвах близко к поверхности залегает слой вечной мерзлоты.

Главная порода светлохвойной тайги — лиственница (лиственница Сукачева, лиственница сибирская, лиственница даурская и др.). Лиственница — ценное хвойное дерево. Она быстро растет и достигает к столетнему возрасту 30—33 м высоты. Считают, что лиственница может жить до 500—700 лет. Ствол у нее прямой, покрытый темно-серой толстой трещиноватой корой. От других хвойных пород лиственница отличается тем, что на зиму сбрасывает хвою. Хвоя у нее мягкая, ярко-зеленая, с сизоватым налетом, растет на укороченных побегах пучками (по 20—60 хвоинок в пучке), а на удлиненных побегах — одиночно. Осенью светло-зеленая хвоя лиственницы становится лимонно-желтой, что придает особую красоту лиственничным лесам.

Шишки у лиственницы небольшие, созревают в одно лето, а раскрываются следующей весной. После выпадения семян шишки остаются на дереве 1—3 года. Древесина лиственницы смолистая, крепкая, упругая, не поддается гниению, но очень тяжелая и имеет высокую теплопроводность. Употребляется она в строительстве подводных сооружений, в кораблестроении, идет на железнодорожные шпалы, используется в целлюлозно-бумажном производстве.

Лиственница — дерево светолюбивое, но не требовательное к климату и почве.

Под полог лиственниц проникает много света. В светлохвойной тайге всегда развит травяной покров, богатый по своему видовому составу. В северных районах и в горах поверхность почвы в лиственничных лесах затянута ковром мхов и лишайников. Самостоятельный ярус подлеска образуют кустарники: кустарниковые березки (несколько видов), кустарниковая ольха, в некоторых районах рододендроны, кедровый стланик.

Основная порода восточносибирской и якутской светлохвойной тайги — лиственница даурская. Она очень неприхотлива и морозоустойчива. Корневая система лиственницы имеет хорошо развитые боковые корни, с помощью которых она может питаться, не пробивая слоя вечной мерзлоты, который здесь начинается с глубины 10—15 см. В низовьях реки Хатанги лиственница доходит до 72° 31′ с. ш. Так далеко на севере не растет ни одно дерево на земном шаре. В средней и южной частях этой полосы тайги кроме лиственницы в состав древостоев входят сосна, кедр, ель сибирская, пихта и береза. В бассейне реки Ангары большие площади заняты сосновыми борами.

Для горной светлохвойной тайги и боров Забайкалья местами характерна примесь темнохвойных пород — кедра и ели.

В южной части Хабаровского края и в Приморском крае растут *хвойно-широколиственные леса*, по богатству видов не уступающие горным лесам Кавказа и Карпат. Здесь произрастают ценный корейский кедр, пихта цельнолистная и белокорая, ель аянская, а также дуб монгольский, орех маньчжурский, бархат амурский, пробковая кора которого используется в различных изделиях. Встречается и тис дальневосточный — самое долговечное из наших деревьев, живущее до 1000 лет и дольше. В лесах богатый подлесок из разнообразных кустарников — лещины, бересклета, жимолости, калины, спиреи. Деревья обвиты вьющимися кустарниками, или лианами: амурским виноградом, актинидиями, лимонником. Особенно богат травяной покров этих лесов, где можно встретить и легендарный «корень жизни» — женьшень. Об этих лесах вы, наверное, читали в замечательной книге В. К. Арсеньева «Дерсу Узала». Оригинальные леса этого края поразили первых исследователей, побывавших там. Знаменитый путешественник А. М. Пржевальский писал, что здесь «тундра уживается рядом с лиственными лесами... орех с кедром и пихтой, береза растет рядом с бамбуком, а виноградная лоза обвивается вокруг ели...».

Хвойные таежные леса имеют огромное значение для нашей страны. Они поставляют главную массу лесных материалов для строительства, деревообделочной и бумажной промышленности. Из древесины получают искусственный шелк, шерсть, ценные технические, медицинские и даже пищевые продукты. В тайге вызревает летом много ягод: черника, брусника, земляника, черная и красная смородина, клюква, малина. Здесь добывают ценную пушнину. Потребности народного хозяйства в древесине неуклонно возрастают, и в эксплуатацию вовлекаются всё новые лесные массивы. Наряду с этим ведется большая работа по созданию молодых лесов на месте вырубок, улучшению состава лесов, повышению их продуктивности, а также по защите лесов от вредных насекомых и болезней и охране лесов от пожаров.

Тайга Скандинавии и Северной Америки

Равнинные таежные леса занимают большие площади также в Скандинавии и Северной Америке. Скандинавские леса, особенно леса Финляндии, очень близки таежным лесам западной части Русской равнины. Здесь растут ель обыкновенная и сосна обыкновенная. Почва покрыта брусникой, черникой, кислицей, вереском, зелеными мхами. В Швеции и Норвегии темнохвойная тайга состоит из ели обыкновенной.

В Северной Америке полоса таежных лесов протянулась от Аляски до побережий Лабрадора и низовья реки Св. Лаврентия. На побережьях Тихого и Атлантического океанов эта полоса заходит далеко к югу. Равнинная тайга смыкается здесь с горной. Главную роль в темнохвойных лесах Канады и США играет ель сизая, затем пихта бальзамическая, на бедных почвах — ель черная, сосна Банкса. Широко распространены также леса с преобладанием дугласовой пихты, с примесью пихты великой и туи восточной. Из лиственных пород в североамериканской тайге встречаются береза бумажная и тополь канадский. В горах состав пород в темнохвойных лесах разнообразнее. Например, в Каскадных горах и горах Сьерра-Невада встречаются деревья секвойи вечнозеленой высотой до 100 м и возрастом до 1800 лет. На американском континенте горные темнохвойные леса из различных видов ели и пихты особенно глубоко проникают на юг по тихоокеанскому побережью, достигая Мексики и Гватема-

лы. На восточном побережье — в Аппалачских горах — темнохвойная тайга менее распространена и сходна по составу с равнинными таежными лесами. Многие из интересных видов растений Северной Америки могли бы расти и в нашей стране, и одна из задач советских лесоводов акклиматизировать наиболее ценные из них.

Леса земного шара не только национальное достояние отдельных государств — они имеют общемировое значение. Леса задерживают движение холодных масс воздуха и смягчают климат, препятствуют размыву и смыву почв и сохраняют полноводие рек.

Леса поддерживают нормальную концентрацию кислорода в атмосфере. Согласно расчетам, при фотосинтезе с общей площади лесов в атмосферу ежегодно поступает около $55490 \cdot 10^6$ т кислорода, в том числе более 10% за счет таежных лесов. Леса — хороший фильтр для очистки воздуха от вредных примесей, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями и транспортом. Сохранение природной среды — одна из главнейших проблем, стоящих перед современным человечеством. Не случайно поэтому в последние годы внимание ученых во всех странах направлено на решение основных вопросов лесного хозяйства, на защиту и охрану лесов.

Растения болот

Болота распространены на Земле повсюду, где климат достаточно влажен. Они есть во всех растительных зонах, кроме пустыни и полупустыни, но больше всего их на севере лесной зоны и в тундрах. Болота образуются в понижениях, котлованах, где застаивается вода или близко к поверхности залегают грунтовые воды, из зарастающих озер, медленно текущих рек.

В сильно обводненных почвах недостаток кислорода препятствует развитию грибов и бактерий, которые способствуют разложению растительных остатков. При неполном их разложении накапливаются органические кислоты, еще более задерживающие развитие микрофлоры. В результате накапливается масса полуразложившихся остатков растений — *торф*. Однако далеко не всегда в болотах накапливается торф. Таковы болота тундр Крайнего Севера, где из-за очень низких температур прирост растений слабый.

Болота очень разнообразны по составу растений, по строению и характеру торфа, условиям водного питания и способу образования. Объединяющий признак — состав растительности. Болота — это особый тип *гигрофильной*, т. е. влаголюбивой, растительности. Растения болот не погружены в воду и возвышаются своими вегетативными частями над поверхностью воды. Листья у них большей частью широкие, не приспособленные для уменьшения испарения, корневая система поверхностная. В воде и обводненной почве мало кислорода. Поэтому в стеблях и корнях гигрофильных растений образуются полости, воздушные ходы, по которым в их подводные и подземные части проникает атмосферный кислород.

Часто болота считают «гиблыми» местами, бросовыми землями. Такое представление не верно. Болота имеют большое водоохранное значение. Накапливая огромные запасы воды, они регулируют водный режим рек. При неправильном использовании болот и лесов резко нарушается водный баланс территории, что влечет за собой резкие изменения всего комплекса природных условий. Торф, накапливающийся в болотах, широко используется человеком.

Интересна история возникновения и способы образования болот. Различают два основных способа образования болот — путем зарастания водоемов и путем заболачивания суши.

Зарастание водоемов (озер, стариц рек, прудов) — широко распространенное явление. В водоемах с пологими и круто обрывающимися берегами оно идет несколько различно.

В водоемах с пологими, низкими берегами болотная растительность располагается концентрическими кругами. В местах наибольшей глубины (около 6 м) на дне произрастают различные водоросли — синезеленые, диатомовые, нитчатые зеленые. Эти места называют *поясом микрофитов* (от греческих слов «микрос» — маленький и «фитон» — растение). На меньших глубинах пояс микрофитов переходит в *пояс макрофитов* (от «макрос» — большой). Здесь растут под водой более крупные растения: зеленые водоросли — хара, нителла, мхи и некоторые цветковые растения — рдест узколистный, роголистник.

Зарастающее озеро превращается в болото.

Белая кувшинка.

Ближе к берегу, на глубине не меньше 3 м располагается *пояс широколистных рдестов*. Кроме рдестов здесь растет уруть с сильно рассеченными листьями, распластанными в толще воды. За этим поясом идет *пояс кувшинок*. Здесь раскрывают свои нежные лепестки белые кувшинки (водяные лилии), рядом скромные кубышки с желтыми цветками, слегка покачивается на прибрежной волне рдест плавающий. У растений пояса кувшинок корневища скрыты в иле на глубине от 2,5 до 4 м, а листья — обычно широкие, с длинными черешками — плавают на поверхности воды.

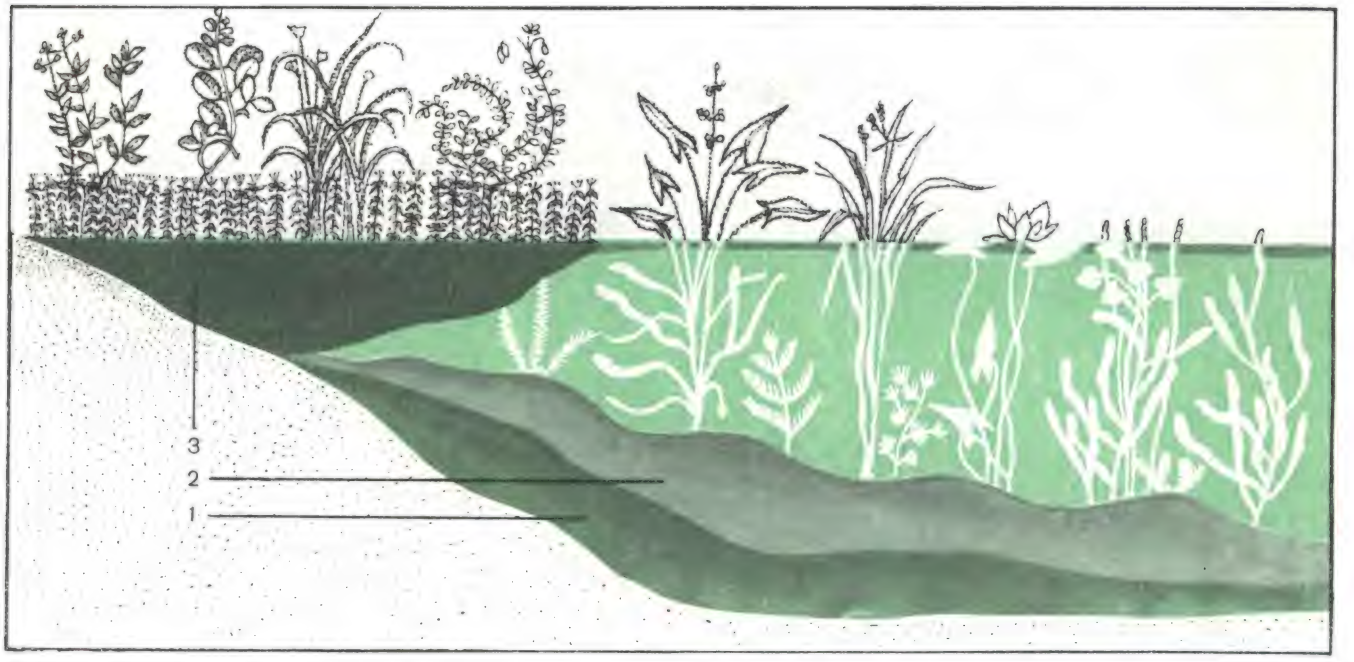
На меньших глубинах — от 1,5 до 3 м — развивается *пояс камышей*. Камыши, тростники и хвощи образуют здесь сравнительно плотную травянистую массу. Еще ближе к берегу расположены *пояс крупных осок* и *появ мелких осок*. В этих двух поясах вода сильно прогревается и болотные растения более разнообразны. Кроме осок здесь растут стрелолист, сусак, ежеголовка, частуха, ситняг, лютик, ирис болотный. У некоторых из этих растений листья на различной глубине принимают разные формы — подводную, плавающую и надводную. Пояс мелких осок примыкает к самому берегу. Дальше идет уже наземная растительность.

Ежегодные отложения остатков отмерших растений приводят к обмелению водоема. Растительные пояса сменяют друг друга, передвигаются от берега к центру, сжимая открытую водную поверхность все более тесным кольцом. В конце концов наступает время, когда на месте бывшего водоема остается один пояс мелких осок. Так водоем превращается в осоковое болото.

Водоемы, которые у берегов очень глубоки, или водоемы со спокойной, защищенной от ветра поверхностью часто заболачиваются *нарастанием сплавины*.

Прибрежные растения — вахта, сабельник, белокрыльник и другие — нарастают своими корневищами в сторону водоема, так как там больше питательных веществ. Постепенно смыкаясь, они образуют более или менее плотный слой — дернинку, на которой в дальнейшем поселяются мхи, особенно различные виды сфагнума, и ряд других болотных растений. Образуется сплавина, надвигающаяся на водоем и разрастающаяся в толщину. Когда толщина сплавины достигает 5—10 см, на ней поселяются различные осоки (топяная, волосистоплодная), пушица узколистная, а затем и болотные кустарнички: кассандра, андромеда, багульник, клюква, в северных районах — морошка. Когда толщина сплавины доходит до 1—1,5 м, на ней могут расти даже деревья — береза, а затем и сосна. Нередко на колеблющейся под ногами сплавине встречаются «окна» — незаросшие или затянутые тонкой растительной пленкой участки над ключами или наибольшими глубинами. От сплавины постоянно опадают на дно водоема растительные остатки, частицы тор-

Нарастание сплавины. На самом дне лежат минеральные осадки, например мергель (*1*), поверх него — смесь торфа и глинистых осадков (*2*). У поверхности воды нарастает от берега сплавина, состоящая из торфяного ила (*3*). На ней и поселяется болотная растительность.



фа. Постепенно котловина заполняется торфом, и водоем превращается в болото.

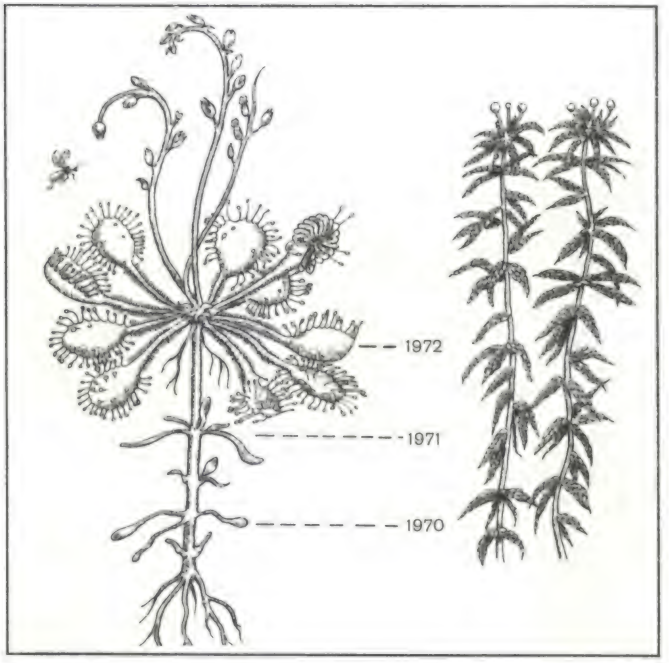
В средних и северных широтах часто происходит *заболачивание участков суши* — лесов, лугов. Особенно часто заболачиваются лесные вырубки и гари. В лесу грунтовые воды располагаются на большой глубине, так как деревья корнями высасывают их из поверхностных слоев почвы и испаряют через кроны. После вырубки леса или пожара уровень грунтовых вод повышается. На влажной почве появляются сначала зеленые болотные мхи, а затем и некоторые сфагновые мхи. Нижние обводненные части моховых дернин отмирают, но полностью разложиться не могут: в увлажненной почве мало кислорода, много кислот, и бактерии, разлагающие растительные остатки, здесь развиваются плохо. Под моховой дерниной постепенно образуется торф. На моховом ковре поселяются травянистые болотные растения, затем кустарниковые и, наконец, деревья.

Как бы болото ни образовалось (из заросшего водоема или из заболоченной суши), вначале оно снабжается грунтовыми водами, богатыми минеральными солями. Это так называемые *низинные болота*. Они занимают впадины, низины. Здесь растут различные осоки, хвощи, болотные растения с широкими листьями — сабельник, вахта. В напочвенном покрове растут различные зеленые мхи — дрепанокладусы, каллиергон и др. На старых болотах появляются ива, береза, ольха.

Нарастание растений идет быстрее на кочках и вокруг пней. Постепенно поверхность болота повышается, и оно отрывается от питания грунтовой водой. Возвышенные участки болота получают воду лишь из атмосферы (дождь, снег). С осадками поступает ничтожное количество солей. Не всякое растение может с этим мириться. Сначала на возвышениях поселяются сфагновые мхи и сопутствующие им растения, способные мириться с недостатком минеральных веществ, например пушица, клюква, кассандра. Такое болото называется *переходным* или *болотом смешанного питания*, потому что на ровных местах и в понижениях болото еще питается грунтовыми водами.

Постепенно все большая часть болотной поверхности отрывается от грунтовых вод, пока, наконец, все болото не переходит на атмосферное питание и становится *верховым болотом*. Поверхность у такого болота выпуклая, его середина возвышается над окраинами на 1,5—2 м, а иногда и более чем на 5 м. Торфяной слой достигает здесь 6—10 м. На верховых болотах сплошной сфагновый ковер из видов сфагнума, которые могут расти при ничтожном содержании солей. Поэтому такие болота называют также *сфагновыми*.

При дальнейшем нарастании торфа его верхние участки не могут получить достаточного увлажнения и постепенно разрушаются. Поверхность болота начинает расчленяться на возвышенные участки



У росянки ежегодно образуется новая розетка листьев; по остаткам этих розеток можно определить голщину торфяного слоя, нарастающего ежегодно. *Справа* — мох сфагнум.

(гряды, кочки) и пониженные (мочажины, веретья). На возвышенных, более сухих участках поселяются низкорослая, иногда даже карликовая, сосна и болотные кустарнички, пушица влагалищная. На обводненных мочажинах и веретьях — сплошной сфагновый ковер из более влаголюбивых видов сфагнума, на котором растут болотные травы: осоки, шейхцерия, ринхоспора и др.

Такая смена типов болота характерна для северной и средней полосы СССР. На юге лесной зоны встречаются главным образом низинные болота и редко переходные, в лесостепи и степной зоне — только низинные.

Из 350 видов сфагнума, известных на Земле, в СССР встречается 43 вида, которые распространены главным образом в лесной зоне.

Поверхность сфагнового болота ежегодно повышается. В средней полосе сфагнум за год вырастает на 4—8 см. Быстро растущая дернина может захоронить в себе цветковые растения, поэтому все они так или иначе приспособились, чтобы не отставать в росте от сфагнума. У многих болотных кустарничков — вереска, кассандры, андромеды — в любом месте стебля могут возникать придаточные корни. Нижняя часть кустарничка, захороненная в торфе, отмирает, а на верхних образуются новые корни. Другие растения, например клюква, стелются длинными плетями по поверхности сфагнового ковра. Корневища у пушицы, некоторых осок, сабельника растут косо вверх. Весной из корневищ этих многолетних растений вырастают стебли, и они оказываются выше сфагнума. У росянки ежегодно стебель нарастает на некоторую высоту и образует розетку листьев, лежащую на поверхности сфагнового ковра. Раскопав дернину сфагнума, можно обнаружить розетки росянки за 5—10 лет и, измерив длину межрозеточных расстояний, определить быстроту нарастания сфагнового ковра.

Все предметы, попавшие в торф и захороненные в его толще, сохраняются многие века почти без изменений. Торф хорошо консервирует органические остатки, которые долго в нем не гниют. Так, в Германии в одном из баварских болот был найден средневековый рыцарь в доспехах. В Австрии на Лайахском болоте были обнаружены на глубине 1,2 м остатки бревенчатой дороги, проложенной римлянами, а на дороге — римская монета с изображением императора Тиберия Клавдия, датированная 41-м г. н. э. В торфе находят останки древних людей, предметы их домашнего обихода, свайные постройки и т. д.

Наибольший интерес для науки представляют сохранившаяся в торфе пыльца деревьев и кустарников, споры мхов и папоротников. Распознав под микроскопом эти споры и пыльцу, можно определить, какая растительность окружала болото в различные периоды его жизни и какая пришла ей на смену. Таким образом, можно судить, что на нашей территории образование болот началось вскоре после окончания ледникового периода. Наиболее старые болота имеют именно такой возраст. Изучая болота разного возраста, остатки растений и пыльцу в торфе, ученые установили определенную последовательность развития растительности на нашей территории. Способом анализа пыльцы (пыльцевой метод) возможно установить и абсолютный возраст торфяников. По этим данным в средней полосе Европейской части СССР наиболее старые торфяники имеют возраст от 5 до 8 тыс. лет.

Таким образом, у наших болот не только своя сложная история, они сами как бы природная летописная книга, на страницах которой сохранились сведения о растительности и климате прежних эпох.

В лиственном лесу

Леса не только украшают Землю — они смягчают климат, поят водой реки, служат жильем зверю и птице, дают человеку многие ценные материалы и продукты. Почти четверть территории нашей страны покрыта лесами. Основную площадь (за исключением Камчатки и Дальневосточного края) занимают хвойные леса (см. ст. «Растительный мир тайги»).

Лиственные леса тянутся неширокой полосой вдоль южной границы лесной зоны в Европейской части и в Западной Сибири. Среди пород, слагающих эти леса, различают широколиственные (дуб, клен, ясень, бук, граб, ильм, вяз) и мелколиственные (береза и осина).

Основная широколиственная порода Русской равнины — дуб черешчатый. На Украине, в Крыму, на Кавказе, на Дальнем Востоке распространены другие виды дубов. Но совсем нет дуба в Сибири, за Уралом. В Европейской части дуб образует широкую полосу (подзону) широколиственных лесов — дубрав. К востоку эта полоса постепенно суживается и за Урал не переходит. Лишь в некоторых районах Алтая можно найти небольшие островки широколиственного — липового — леса. Такое распространение широколиственных лесов объясняется тем, что по мере продвижения в глубь континента климат становится суше и холоднее, а широколиственные породы не переносят резко континентального климата. На востоке, вблизи Тихого океана, климат теплый и влажный. Здесь, в Приамурье, в Уссурийском крае, также есть широколиственные леса. По видовому составу они гораздо богаче, чем европейские леса.

В дубравах затенение не так сильно, как, например, в еловом лесу. Дуб более светолюбив, чем ель. Кроны дубов не смыкаются плотно и образуют сравнительно разреженный полог. Широколиственный лес отличается от хвойного сложным ярусным строением. Еловый или сосновый лес на больших территориях обычно состоит лишь из единственного яруса деревьев одной породы. Подлеска в типичном еловом лесу не бывает. В широколиственных лесах обычно три яруса деревьев и кустарников. Под кронами крупных деревьев — дубов, кленов (остролистных и полевых), вязов, ильмов, ясеней — произрастают деревья меньшей величины: черемуха, клен татарский, боярышник, дикие яблони и груши. А под ними растет подлесок — крупные кустарники: орешник-лещина, европейский и бородавчатый бересклеты, волчьи ягоды (жимолость), крушина, калина. Помимо этих трех ярусов деревьев и кустарников в дубраве можно различить три, а то четыре яруса травянистых растений.

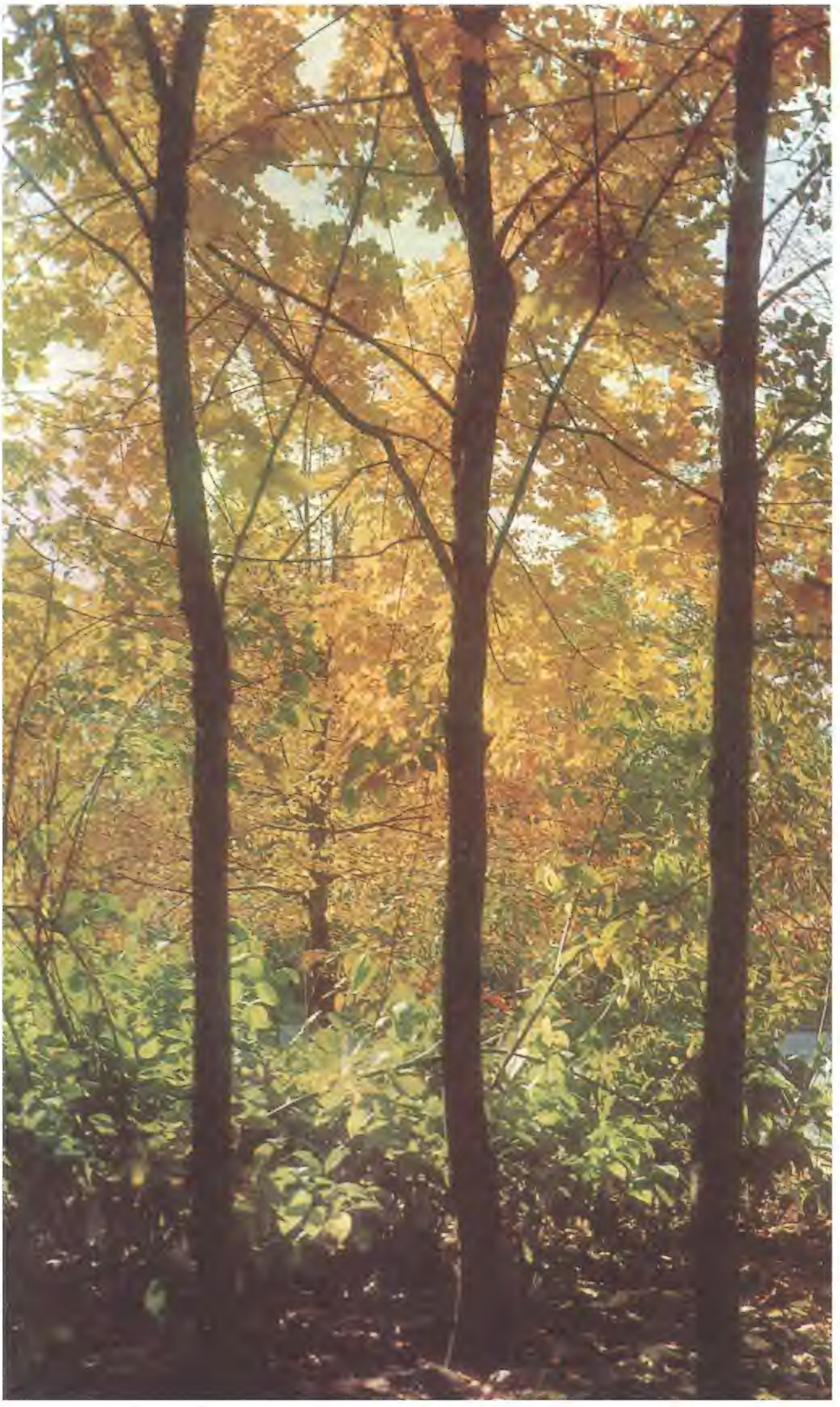
Наши широколиственные леса относятся к летнезеленым лесам умеренного климата. Таким лесам для развития необходимы особые климатические условия. По крайней мере 4 летних месяца должны иметь температуру воздуха выше 10°. Средняя температура самого теплого месяца — от 13° до 23°, а самого холодного — не ниже —12°. Наибольшее количество осадков должно выпадать в теплое время года. Такие климатические условия определяют некоторые общие для основных широколиственных пород черты строения и развития: деревья покрыты листвой лишь летом; стволы и ветви защищены от зимнего испарения достаточно толстой корой, а почки у большинства пород — плотными, нередко смолистыми чешуями.

Общая поверхность листьев дерева огромна. Листья нужны ему не только для улавливания солнечной энергии и выработки органического вещества. С их поверхности беспрерывно испаряется вода, а это поддерживает в тканях дерева постоянное движение соков от корней к листьям. Корни поглощают из почвы воду и питательные вещества. Вода испаряется, а питательные вещества остаются в дереве и усваиваются им. После разложения опавших листьев вещества, накопленные ими, возвращаются в почву.

Листопад в нашем климате — необходимый для жизни дерева естественный процесс. Из холодной зимней почвы корни не могут всасывать воду, а листья, оставшиеся на зиму, продолжали бы испарять влагу, и дерево засохло бы. Кроме того, на облиственной кроне задержится огромная масса снега, под тяжестью которой дерево может сломаться. Сбрасывая осенью листья, дерево подготавливается к зимовке. Еще задолго до листопада в основании листового черешка появляется разъединяющий слой клеток. Связь листа со стеблем становится очень непрочной, и осенью даже легкий порыв ветра срывает лист. Листопад у каждого дерева совершается по-своему. Деревья одной породы, иной раз стоящие рядом, сбрасывают листья неодновременно. А у дуба даже есть две формы: дуб летний осенью обязательно сбрасывает листья, дуб зимний иногда остается на зиму покрытым сухими мертвыми листьями.

Опавшие листья, разлагаясь, удобряют почву. За год гектар дубравы получает более 5 т опада (листья, мелкие веточки и т. д.). Кроме того, прикрытая почва зимой не промерзает, так как подстилка очень плохой проводник тепла и вместе с толстым слоем снега препятствует охлаждению почвы. Все это создает в широколиственных лесах условия для произрастания многоярусной травянистой растительности.

В лиственном лесу



Осенью, когда воздух становится холоднее, листья у листопадных пород деревьев желтеют, так как при понижении температуры зеленый пигмент хлорофилл, содержащийся в них, разрушается, сохраняются лишь желтые пигменты. *На снимке:* клены осенью.

В хвойном лесу растут невысокие кустарнички (например, черника, брусника и др.). Их побеги или сбрасывают осенью листву, или остаются с листьями, но на зиму они не отмирают. В широколиственном лесу побеги многих травянистых растений отмирают осенью или даже в начале лета, а весной развиваются новые из подземных запасающих органов — луковиц, клубней, корневищ. Некоторые травянистые растения сбрасывают листья не осенью, а весной, при появлении на деревьях листвы, которая затеняет почву и не дает возможности этим растениям использовать солнечный свет. У злаков и других травянистых растений, растущих в лесу, в условиях затенения, более широкие листовые пластинки, чем у родственных им видов, растущих на лугу или на болоте. Широкие листовые пластинки имеют и типичные для широколиственного леса растения: копытень, лютик кашубский, сныть, пролеска.

Вид лиственного леса беспрерывно меняется. Вот сошел последний снег; бурая поверхность почвы покрыта слоем разлагающихся листьев, опавших в прошлом году. А через несколько дней она оденется нежной зеленью первых весенних растений. Вскоре появятся и цветки. Кое-где в оврагах еще лежит снег, а рядом расцветают желтые или сиреневые хохлатки, золотистые и белые ветреницы, желтоцветные чистяк и гусиные луки, голубые пролески. Все эти многолетние растения называются *эфемероидами*. Ранней весной они образуют в лесу пестрый цветущий ковер. Но уже в начале лета, когда деревья покрываются листвой и кроны сильно затеняют почву, надземные части эфемероидов отмирают. Их подземные органы уже запасли питательные вещества, к осени на их корневищах разовьются зимующие почки, из которых ранней весной следующего года вновь появятся побеги.

В окраске весенних лесных цветков преобладают желтые, розовые и голубые тона. Они издалека видны опыляющим насекомым — шмелям и бабочкам. Цветение растений в лесу начинается сразу после таяния снега, а разгар цветения отмечается во второй половине мая, когда на лугах и в хвойном лесу только еще начинается развитие растений. А через несколько недель распускаются листья дуба. Травяной покров становится еще ярче и зеленее. Зацветают деревья и кустарники. Черемуха покрывается белыми кистями цветов, далеко разливая в весеннем воздухе свой аромат.

Наступает лето. Деревья и кустарники полностью одеваются в зеленый наряд. В лесу усиливается затенение. Яркие весенние цветы отцвели. У большинства растений, цветущих летом, например у звездчатки, цветки белые; они опыляются преимущественно мухами.

Ближе к осени отцветают все лесные растения. Наступает осень. Листья деревьев и кустарников становятся золотисто-желтыми и багряными, а травянистые растения подсыхают и желтеют. Недолог этот красочный убор леса. Ветер и дождь оборвут последние листья, и оголенная дубрава станет светлой и прозрачной.

Зимой лес покрыт толстым слоем снега. Кажется, что жизнь растений замирает. Но, раскопав снег, можно увидеть: сквозь слежавшуюся листву пробиваются белесоватые ростки. И в каждом ростке различаются будущие листья, слившиеся со стеблем, и даже бутоны цветков. Под снегом растение не только живет, но и растет. Ближе к весне эти ростки станут значительно больше. А перед самым стаиванием снега, под его уже неглубоким слоем, ростки весенних растений-эфемероидов начинают зеленеть, а бутоны — окрашиваться. Развиваясь под снегом, эфемероиды более полно и продуктивно используют короткий весенний период.

Когда в глубине леса еще лежит снег, на опушке, на солнцепеке зацветает орешник. Пока на деревьях и кустарниках нет листвы, ветер свободно проникает в дубраву. Поэтому у орешника, опыляемого ветром, и расцветают в это время буро-желтые сережки тычиночных (мужских) цветков и пурпурные рыльца женских. Большинство остальных кустарников цветет, после того как лес покроется листвой. Их цветки опыляются насекомыми, а в густой тени леса для насекомых наиболее заметен белый цвет. Поэтому у большинства кустарников широколист-

Лес третичного периода

На Дальнем Востоке, на берегу Амурского залива, расположен заповедник Кедровая падь. Территория Дальнего Востока не испытывала в ледниковый период оледенения и сохранила древнюю, третичную растительность. Леса из корейского кедра, белокорой пихты, монгольского дуба труднопроходимы. Стволы деревьев опутаны лианами — актинидией, амурским виноградом, лимонником. В Кедровой пади можно встретить железную березу, названную так за исключительную прочность древесины. В глухих горных лесах заповедника, среди зарослей папоротников и кустарников, куда слабо проникают лучи солнца, встречается невзрачное невысокое растение с мелкими цветками и красными плодами — знаменитый женьшень, высоко ценимый в медицине (см. фото на стр. 135).

венного леса — жимолости, черемухи, калины, рябины, боярышника — белые цветки.

Сезон цветения лиственных деревьев открывает ольха, опыляемая ветром. Сравнительно рано зацветает и главная порода широколиственного леса — дуб. На нем одновременно появляются и молодые листья и цветки. Мужские цветки, мелкие и невзрачные, собраны в соцветия — сережки. Они образуют большое количество суховатой пыльцы, легко переносимой ветром. Неподалеку от мужских сережек расцветают и женские цветки, сидящие на длинных красноватых стебельках. После оплодотворения завязь женского цветка разрастается, образуя плод — желудь. Поспевают желуди в сентябре, а прорастают весной. В это время под дубом в опавшей листве можно найти много проростков. Когда стебелек вытянется на несколько сантиметров и у проростка разовьется мощный корень, кончики корня будут оплетены нитями гриба (см. ст. «Симбиоз в растительном мире»), а на стебельке появятся настоящие листья. В первые годы дуб развивается очень медленно и лишь с девятилетнего возраста начинает расти быстрее — по 30—40 см в год.

В разгар лета цветет липа. Она опыляется насекомыми, которых привлекают ее душистые цветки, собранные в соцветие — полузонтик. Плоды многих широколиственных древесных пород, в том числе липы и клена, распространяются ветром, для чего имеют особые приспособления — летучки, крылатки и т. п. Прорастают семена древесных пород ранней весной. Крылатка клена, еще лежащая на тающем снегу, уже может образовать корешки, а как только сойдет снег, начинают развиваться и семядоли.

У основания ствола дуба, березы и некоторых других пород имеется множество так называемых спящих почек. Если дерево повреждено, сломано ветром или спилено, из этих почек появляются побеги — пневая поросль. Из такой поросли вырастают новые деревья. Таким путем на месте срубленного леса иногда возникает лес порослевого происхождения. С хозяйственной точки зрения он малоценен, так как деревья здесь бывают более низкими и корявыми.

Основные породы в мелколиственных лесах — береза и осина. Обычно березовый лес возникает на месте сведенного хвойного или широколиственного, поэтому его называют вторичным лесом. Береза — дерево-пионер. Она первая захватывает освободившиеся площади. Выгоревшие или вырубленные участки ельника, как правило, зарастают березами, а под кронами зрелого березняка вырастают молодые ели. Постепенно они перерастают березы, заглушают их, и снова восстанавливается еловый лес. Так же может происходить смена мелколиственных пород широколиственными. Но в Западной Сибири, там, где климатические условия не благоприятствуют развитию хвойных и широколиственных пород, березовые леса первичны.

Мелколиственные породы — тополь, серая ольха, осина — размножаются корневыми отпрысками. Корневая поросль возникает из почек, образовавшихся на корнях деревьев. Поэтому так непроходимы порослевые леса — ольшаники, осинники и молодые тополевые леса.

Лиственные древесные породы часто используются в озеленении городов, в зонах отдыха, парках, лесозащитных полосах.

Лиственные (летнезеленые) леса широко распространены в Северном полушарии — в умеренной полосе Западной Европы, на юге Европейской части СССР и узкой полосой в Западной Сибири, а также в Крыму, на Кавказе, на Дальнем Востоке, на Камчатке, Сахалине, на севере Японских островов. В Северной Америке широколиственные леса сосредоточены в юго-восточной части континента по атлантическому побережью. В Южной Америке они встречаются только в Патагонии и на Огненной Земле; основная порода здесь — антарктический бук нотофагус. На других континентах Южного полушария широколиственных лесов нет.

В Западной Европе, Западной Украине, Крыму, на Кавказе довольно часто встречаются настоящие буковые леса. Есть они и в Северной Америке и на юго-востоке Канады. Здесь они состоят в основном из бука американского и сахарного клена.

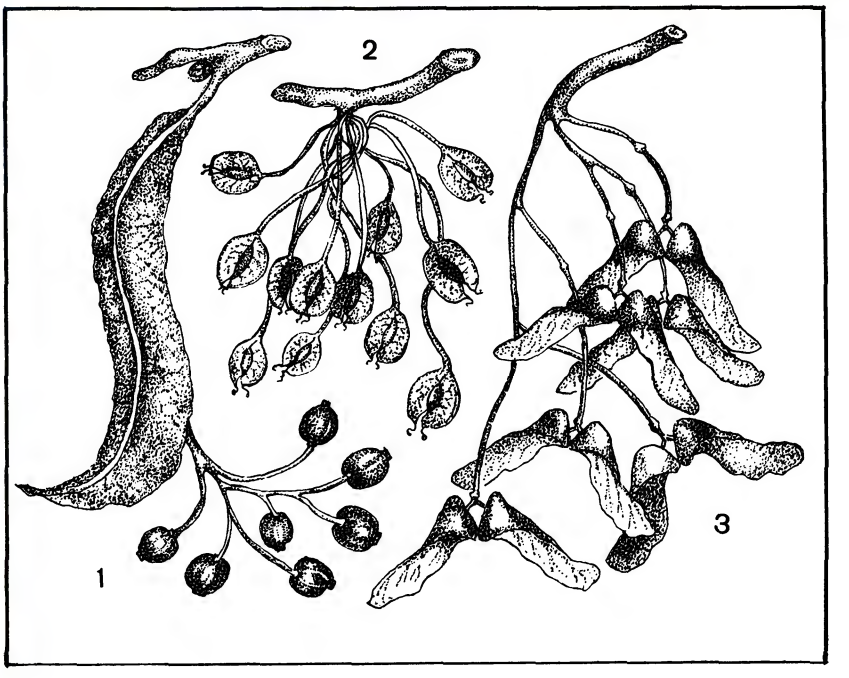
Дубрав помимо Западной Европы, Европейской части СССР, Дальнего Востока много и в Северной Америке, где они занимают районы более континентальные, чем буковые леса. В североамериканских широколиственных лесах много и других пород — клены, орех, тюльпанное дерево, платан и др. Богаты и разнообразны широколиственные леса в Восточном Китае, Японии и южных частях Дальнего Востока. В более северных районах Китая и Японии встречаются дуб, орех, клены, софора, гледичия, павловния, айлант, магнолия, камелия и др. Южнее уже преобладают субтропики. Здесь наряду с дубом и кленом можно встретить пальмы, саговники и южные хвойные породы.

Березняк.

Чина весенняя. Ландыш. Плоды ландыша *(сверху вниз)*.

Земляника. Плоды волчьего лыка. Плоды дуба — желуди *(сверху вниз).*

Черемуха цветет.
Внизу — плоды деревьев, распространяемые ветром: *1* — липа; *2* — вяз; *3* — клен.



В степи

Степи СССР

Степью называются безлесные пространства с черноземными или каштановыми почвами, покрытые травянистой растительностью. Климат степи засушливый, особенно мало осадков выпадает летом. Большинство растений в степи засухоустойчивы: они хорошо переносят недостаток влаги.

В СССР степи занимают очень большие площади — на долю степей приходится около одной шестой части всей территории страны. Равнинные степи тянутся широкой сплошной полосой от западной Государственной границы до реки Оби. К востоку от Оби участки степи лежат отдельными «островами». Горные (или нагорные) степи образуют особый пояс в горах Кавказа и Средней Азии, который располагается между поясом полупустыни и поясом высокогорных лугов. Бóльшая часть равнинных степей в наше время распахана. Горные степи сохранились лучше. Большие площади здесь никогда не подвергались распашке и покрыты характерными степными растениями: ковылями, типчаком, пыреями и другими злаками, различными видами двудольных. Весной это отличные пастбища для овец и крупного рогатого скота. Более ровные участки горных степей используются как сенокосы.

Цветущая целинная степь очень красива. Вот как описывает профессор В. В. Алехин разнотравную степь: «Представьте себе необозримое пространство, покрытое пестрым ковром всевозможных цветов, то образующих сложную мозаику причудливого сложения, то представляющих отдельные пятна синего, желтого, красного, белого оттенков. Иногда растительный ковер настолько красочен, настолько ярок, что начинает рябить в глазах и взор ищет успокоения в далекой линии горизонта, где там и сям виднеются небольшие холмики, курганы или где-то далеко за балкой вырисовываются пятна кудрявых дубрав.

В жаркий июньский день воздух наполнен неумолчным жужжанием бесчисленного количества пчел и других насекомых, посещающих цветки; то и дело кричат перепела, посвистывают суслики. А по вечерам все затихает, слышны лишь резкие, странные звуки, издаваемые дергачами, спрятавшимися в высокой траве...»

Краски северной разнотравной степи беспрерывно меняются. Ранней весной, едва лишь сойдет снег, она бурого цвета из-за остатков прошлогодней травы. А через несколько дней весеннее солнце разбудит степь, и она постепенно начнет преображаться. Распускаются крупные лиловые опушенные колокольчики прострела (сон-травы). Появляются зеленые проростки злаков и осок. Не пройдет и недели, как степь снова изменит свой вид. Между колокольчиками сон-травы появятся золотые звезды адониса. Они, как огоньки, горят в негустой зелени листьев. Недаром народное название адониса — горицвет. Распускаются и нежно-голубые цветки гиацинта. А между цветами нежная зеленая дымка подрастающей травы.

Еще через несколько дней степь снова не узнать. Уже отцвела сон-трава, погасли золотые звезды горицветов. Поднялись и распустились злаки. Степь стала ярко-зеленой, и по ней разбросаны редкие белые звездочки ветреницы и кисти сочевичника. Так проходят апрель и май. В конце мая или в начале июня степь покрывается ярким красочным ковром. На зеленом фоне голубеют незабудки, искрятся желтые цветы крестовника, а над ними колышутся белые «перья» — длинные опушенные ости на зерновках ковыля.

В середине июля, когда лето в полном разгаре, вновь сменяется наряд степи: она становится темно-лиловой от массового цветения шалфея. Его крупные, пряно пахнущие кисти затеняют все другие растения. Лишь местами видны ости ковыля. Но к концу июля отцветает и шалфей. Степь становится беловатой, потому что к этому времени как бы подбираются растения с белыми цветами: ромашка, клевер горный, пушистая кремовая таволга. Высота травостоя в степи — 70—90 см, а бывает и до метра!

Наступает август. Уже давно не было дождя, стоит жаркая, сухая погода. Еще доцветают некоторые яркие цветки, но краски степи поблекли, все больше появляется бурых пятен — отцветших и высохших растений. Постепенно буреет вся степь, на буром фоне выделяются лишь отдельные цветки. В конце августа и они исчезают.

В южных районах нашей страны сохранились небольшие участки ковыльной степи, которая некогда покрывала всю южную часть Русской равнины. В наше время ковыль встречается лишь на отдельных участках сохранившейся целинной степи, а когда-то он был основным растением русских степей. Ему сопутствуют злаки: типчак, келерия, пырей и пр. Их обильные корни пронизывают своими разветвлениями почву, добывая из нее драгоценную влагу. Между дернинами этих злаков разбросаны крупные двудольные растения: коровяк фиолетовый, кермек, пиретрум желтый и др. Их корни проникают еще глубже, чем корни злаков, и черпают

влагу из самых нижних слоев почвы, а иногда и из грунтовых вод.

Ранней весной, как только сойдет снег, в степи первыми появляются мелкие растения-эфемеры: гусиный лук, крупка весенняя, костенец зонтичный. Их высота не более 10—20 см, а вся корневая система располагается не глубже 10 см. Длинные корни эфемерам и не нужны, так как в то время года, когда они растут и плодоносят, влаги в почве достаточно. Жизнь эфемеров короткая, редко больше месяца. Как только сойдет снег, они торопятся прорасти, зацвести, дать семена, а через несколько недель уже отмирают.

Ковыльные степи не так красочны, как северные разнотравные. Но тот, кто хоть раз увидел ковыльную степь, никогда ее не забудет. Ранней весной бурая степь расцвечена мелкими желтыми звездочками гусиного лука и крупными — горицвета. Позже на ковре подрастающей травы цветут белые ветреницы, дикие пионы, ирисы и красавцы тюльпаны. А потом начинает колоситься ковыль. Его длинные белые ости стелются, веют, переливчато колеблются над негустым травостоем, состоящим преимущественно из многолетних злаков. Когда выколосится ковыль, вся степь кажется серебристой. По ней, как по морю, идут волны: серебристо-серые ости склоняются и вновь выпрямляются. Утром в степи особенно ощутим чудесный беспредельный простор, воздух, свежий и в то же время сухой, насыщен ароматом тимьяна и шалфея, голубой свод неба необъятен, и всюду серебристая дымка ковыля. А вечером, на закате солнца, перья ковыля вспыхивают красным огнем, и кажется, что степь загорелась и землю окутала легкая, прозрачная красноватая дымка.

В начале июня уже отцвели и отплодоносили все злаки, облетели седые ости ковылей, желтеет и буреет их листва. И хотя еще обильнее цветут желтый ромашник, шалфей, многолетние васильки, но степь уже начинает выгорать. Она становится соломенно-желтой, потом буреет. Но осенью, а иногда и в конце лета злаковая степь вновь оживает. Как только пройдут сильные дожди, вновь начинают зеленеть дерновинки ковылей, типчака, мятлика луковичного, затем появляются проростки весенних эфемеров. В таком темно-зеленом уборе злаковая степь уходит под снег недолгой южной зимы.

В конце лета и осенью в ковыльной степи при ветреной погоде можно увидеть, что над буро-желтой травой прыгает легкий, почти прозрачный мячик. Потом два мяча сцепляются и прыгают вместе; к ним присоединяется еще несколько мячей, и вот по степи катится уже целый вал выше человеческого роста, забирая в себя мячи-одиночки. Растения, составляющие этот вал, называют перекати-поле. Перекати-поле — это старинное русское название многих видов травянистых растений, приспособленных к существованию на широких степных просторах. У этих растений надземная часть имеет форму шара; после созревания семян растение подсыхает, стебель его внизу становится очень хрупким и легко ломается. Ветер подхватывает сухое растение, катит его по степи, приподнимает над землей. Отдельные легкие шары перекати-поля сцепляются друг с другом, образуют вал, несутся дальше и дальше. Во время этого движения раскрываются плодики сухих растений и семена рассеиваются на очень большом пространстве.

Мы уже говорили, что самое характерное растение южной степи — это ковыль. Видов ковыля много. Они различаются длиной ости, ее опушенностью, характером листьев. Но у всех видов много общего. Ковыль — засухоустойчивый злак. Густой пучок его шнуровидных корней образует плотный дерн, широко и глубоко проникает в степную почву и высасывает из нее всю влагу, которой летом в степи не так уж много. Листья ковыля длинные, узкие, часто свернутые вдоль; они приспособлены к очень малому испарению драгоценной влаги. Цветки, невзрачные, как у всех злаков, собраны в редкую метелку. После цветения формируется плод ковыля — зерновка. Нижняя цветковая чешуя, охватывающая зерновку, несет длинную, опушенную серебристыми волосками ость. Когда семена созревают, зерновка отделяется от растения и на далекое расстояние переносится ветром на пушистой ости, как на парашюте.

Затихнет ветер, и летящая зерновка плавно опустится на землю. Нижний конец зерновки тонко заострен, он легко вонзается в землю. Но, опустившись на землю, зерновка лишь слегка углубляется в нее. Закрепившись на ней, как на якоре, она сама ввинчивается в почву, подобно штопору. Ость обладает большой гигроскопичностью. В сухую погоду нижняя часть ости закручивается, и это движение ввинчивает зерновку в землю. Утром и вечером, когда меняется влажность воздуха, можно видеть, как перистая ость, воткнувшаяся в почву, медленно вращается.

Степи занимают значительные площади и в Азиатской части СССР, преимущественно в Западной Сибири. Здесь в травостое преобладают злаки: ковыли, житняки, типчак, овсецы. Но ковыли здесь представлены другими видами, чем в злаковых южных степях. Из бобовых растений часто встречаются, как и в европейских степях, астрагалы, чины,

Разнотравная степь.

люцерна серповидная. Кроме бобовых в сибирских степях много и других двудольных растений, но они не дают той яркой смены красок, оттенков и форм, как в европейских степях. В южной части сибирских степей все больше и больше появляется засухоустойчивых ксерофитных растений. Постепенно степь переходит в полупустыню.

В степях, расположенных за границей СССР, состав растительности другой. На наши степи больше всего похожи ковыльные пушты Венгрии (в наше время они почти все распаханы).

Степи Америки

Значительные площади степей, хотя и меньшие, чем в Советском Союзе, есть в Америке. Особенно широко распространены степи в Северной Америке, где занимают всю центральную область материка. Здесь они называются *прериями*. Растительность отдельных участков прерий не одинакова. Более всего похожи на наши степи американские настоящие

Шалфей. *Внизу* — прострел (сон-трава).

Ковыльная степь на юге Европейской части СССР.

прерии. Здесь растут ковыли, бородачи, келерии, но эти близкие к нашим растения представлены там другими видами. Когда злаковые и двудольные растения настоящих прерий достигают полного развития, высота травостоя превышает полметра. Летнего перерыва в жизни растений здесь нет.

Высокотравные прерии встречаются в более влажных местах, где вместе с травянистой растительностью может расти и лес. Дубовые леса занимают склоны неглубоких долин, ровные и возвышенные участки луговой прерии покрыты травой, состоящей из высокостебельных злаков. Высота травостоя здесь около метра.

Большую часть североамериканских степей занимают низкозлаковые прерии. Этот тип травянистой растительности характерен для наиболее засушливых участков степей. В травостое низкозлаковой прерии господствуют два злака — буйволова трава и трава Грама. Их листья и стебли образуют на поверхности почвы густую щетку, а корни — не менее густое сплетение в почве. В эти плотные заросли почти не может внедриться какое-либо другое растение, поэтому низкозлаковые степи однообразны. Трава в низкозлаковой степи достигает высоты 5—7 см и образует очень мало растительной массы. Американские исследователи доказали, что низкозлаковые степи произошли из настоящих и даже луговых прерий. В конце прошлого и начале XX в. скотоводы-промышленники держали в прериях так много скота, что все естественные травы, хорошо поедаемые животными, были целиком истреблены и не могли уже восстановиться. В степи выжили и распространились низкорослые злаки и грубые двудольные растения. Они и образовали низкозлаковые пре-

Перекати-поле.

рии. Бóльшая часть североамериканских прерий распахана.

В Южной Америке площадь, покрытая травянистой растительностью, называется *пампой*. В травостое пампы много злаков, а среди двудольных особенно много видов сложноцветных. Развитие растительности в пампе начинается с октября и заканчивается в марте — ведь пампа находится в Южном полушарии.

И в нашей стране и за рубежом в результате деятельности человека степи постепенно изменяются и даже исчезают. Для сохранения степной флоры в различных почвенно-климатических зонах СССР создано несколько заповедников, где участки целины сохраняются в нетронутом виде. В этих заповедниках ведется большая научно-исследовательская работа. Там изучаются отдельные представители дикорастущей флоры и развитие растительных сообществ. Это имеет не только познавательное, но и большое народнохозяйственное значение, так как полезные свойства диких степных растений широко используются учеными в селекции. Так, уже культивируются житняк, пырей бескорневищный и др.

В пустыне

Словом «пустыня» географы называют громадные территории, отличающиеся крайне сухим климатом. В Каракумах, например, выпадает всего 80—130 мм осадков в год. Это примерно в пять раз меньше, чем в районе Москвы. Жара здесь достигает 45° в тени. Иногда думают, что пустыня — это действительно пустое, голое место, где нет ничего живого — ни растений, ни животных. Но это неверно. Большая часть пустыни покрыта растительностью, здесь обитает довольно много разнообразных животных (см. ст. «Животные пустынь»).

Все живые существа, обитающие в пустыне, выработали особые приспособления, чтобы переносить жару, сухость летом, а местами и сильные морозы (до —30°) зимой. Особенно интересны приспособления у растений. У одних листья уменьшены до крохотных размеров, у других листьев нет совсем, а вместо них зеленые веточки.

Есть и такие растения, которые живут только в прохладное время, а остальную часть года находятся в безжизненном, недеятельном состоянии (см. ст. «Как растения борются с засухой и засолением почвы»).

Такова большая группа *растений-эфемеров*. Жизнь (вегетация) этих растений начинается ранней весной — в феврале и заканчивается с наступлением жаркого лета — в конце апреля. Бóльшая часть эфемеров — мелкие растения. У многих стебель достигает всего 5—10 см. Весной в песках Средней Азии эфемеры образуют красочный ковер, зеленая основа которого — побеги песчаной осоки (илака). Песчаная осока — многолетник, подземная часть которого состоит из длинных корневищ с отходящими от них тонкими корнями, проникающими в почву до глубины 50—70 см. Корневища и корни песчаной осоки вместе с корнями других эфемеров пронизывают верхний слой песка, скрепляют его и делают неподвижным. Песчаная осока — одно из важнейших кормовых растений песчаной пустыни Средней Азии.

У кустарников и полукустарников, растущих в пустыне, листьев или нет совсем, или они очень мелкие. Иногда листья бывают длинные и тонкие, подобно хвоинкам. Все это необходимо растениям для уменьшения испарения.

Закрепленные пески (так обычно называют неподвижные пески, закрепленные растительностью) по-

крывают саксауловые леса. У этого леса мало сходства с тенистыми лесами. Кусты саксаула разбросаны на значительном расстоянии друг от друга. Их безлистные кроны никогда не смыкаются. Промежутки между этими растениями покрыты редкой травой, сквозь которую просвечивает песок. Издали куст саксаула иногда напоминает плакучую иву или молодое раскидистое фруктовое деревце, но подойдите поближе, и вы убедитесь, что у этого деревца нет листьев, а на его тонких стеблях густо сидят сочные темно-зеленые веточки, свисающие вниз. Зеленые веточки заменяют саксаулу листья — фотосинтез идет в них. Не пытайтесь скрыться в тени этого кустарника от палящего солнца — его тень прозрачна.

В подвижных, незакрепленных песках вы не увидите даже такой разреженной растительности. Лишь изредка на склоне бархана встретится кустик песчаной акации или злака селина. Здесь ни весна, ни зима не приносят новых картин — все те же бледно-серые или желтые пески. Ученые установили, что пески приходят в движение главным образом из-за бесхозяйственности людей. Если долго пасти скот на закрепленных песках в одном и том же месте, то он съест траву и растопчет поверхностный слой песка. Ветер подхватывает этот песок и уносит его. Корни растений обнажаются, пересыхают, и растения погибают. В результате неправильного использования пастбищ и истребления саксауловых лесов на дрова появляются голые подвижные барханы.

Основной способ борьбы с подвижными песками — плановое, правильное использование природных богатств песчаной пустыни. Там, где барханы уже образовались, их закрепляют. Растительность пустыни — верный союзник человека в борьбе с сыпучими песками. На подвижном песке могут жить некоторые виды растений, обладающие особым строением корней. Их длинные (более 10 м) корни, пронизывая песок вширь и вглубь, как бы сшивают его. Корни одного экземпляра злака селина могут охватить своими разветвлениями до 100 м^2 песка. Селин отлично приспособлен к жизни на подвижных песках. Ветер иногда выдувает из-под его корней песок, обнажает корни, но они не высыхают, потому что покрыты своего рода футлярами из песчинок, плотно склеенных особыми выделениями корней.

Кроме селина на подвижных песках могут селиться песчаная акация и некоторые другие растения. Ученые называют эти растения пионерами: они первые заселяют барханы. А когда под этими растениями песок несколько успокоится, здесь появляются уже другие виды растений (саксаул и песчаная осока), которые окончательно закрепляют пески.

Побываем в наших среднеазиатских пустынях в разное время года.

Жарко, душно летом в пустыне. Солнце поднимается над горизонтом в пять-шесть часов утра, а в семь жара уже гонит людей в тень. С каждым часом тень делается все короче, а в полдень становится совсем маленькой. От мельчайшей пыли в воздухе небо становится мутно-белым. К вечеру жара спадает, песок остывает. В ландшафте пустыни летом немного красок: серо-желтый песок, блеклая жесткая выгоревшая трава — песчаная осока, бледная зелень кустов саксаула и других безлистных кустарников. Но летом растут веточки саксаула и развиваются его плоды. Скрытая, замедленная жизнь идет и у тех растений, которые сохраняются в течение лета в виде семян или подземных частей: корневищ, луковичек, клубней.

Лето незаметно сменяется осенью. Дни становятся прохладнее. Изредка перепадают дожди. С наступлением осени кусты саксаула густо покрываются крылатыми семенами, созревают плоды и у других кустарников. Во второй половине осени довольно часто выпадают дожди, и, если в это время стоит теплая погода, начинают развиваться песчаная осока и другие травы.

В декабре наступает зима. Она напоминает осень в средней полосе СССР, с ее неустойчивой погодой — то холодной, то теплой. Зимой пустыня выглядит особенно унылой. Даже растения не радуют глаз. У саксаула облетели семена и опали веточки, кажется мертвым ковер осоки, выгоревший за лето и осень. Когда зима в пустыне бывает мягкой, на этом ковре появляются зеленые всходы побегов осоки и проростки однолетних растений.

Уже в конце января — начале февраля начинается весна. Как всегда, она приходит незаметно: еще вчера все было серым, безжизненным, а сегодня на поверхности песка видна нежнейшая зеленая дымка — это появились всходы и проростки растений. А завтра и саксаул изменит свою окраску — кора его станет более темной и чуть-чуть приоткроются почки. Вот на склоне холма на зеленых стебельках песчаной осоки появились рыжеватые колоски, а в долинке проглянули золотистые звездочки гусиного лука, бледные цветки стрептоломы. А часто на почве мелькнет беловатое пятно — как будто кто-то просыпал горсть белой крупы. Это крошечные, с зернышко перловой крупы величиной, цветки крупки весенней. Недолог срок жизни крупки, поэтому она, как и другие эфемеры, торопится зацвести и дать семена.

Формирование колосков у осоки означает середину весны. С этого момента все развивается со сказоч-

Саксаул.

Песчаная акация.

Справа — многолетний эфемер песчаной пустыни туркестанский ревень.

Плоды кустарников кандымов.

ной быстротой. В конце марта — начале апреля пески покрываются пестрым ковром, где в зеленую основу из осоки и многочисленных злаков вплетаются пятна кроваво-красного мака павлиньего, изящные узоры из фиолетовых малькольмий. Нередко над этим ковром возвышается ревень туркестанский. Его округлые листья достигают иногда метра в поперечнике.

Активно развиваются весной и кустарники, почти все они цветут. У саксаула цветки совсем незаметны, они прячутся в глубине побегов. А вот бледно-лиловые кисти астрагалов и густо-синие песчаной акации видны издалека.

Многие цветки хорошо пахнут. Запах песчаной акации, напоминающий запах душистого горошка, сливается с пряным ароматом цветков астрагала и с резким сладковатым запахом эремоспартона. Если нагнуться и отыскать в траве небольшую скорзонеру с соцветием, похожим на садовую маргаритку, то можно убедиться, что она издает сильный запах ванили. В конце весны к этим запахам местами присоединяется одуряющий запах гречихи. Это пахнут цветки кустарника кандыма, относящегося к семейству гречишных. Ночью все эти запахи перекрываются странным, ни с чем не сравнимым ароматом кустарника эфедры, на безлистных зеленых ветвях которого появились желтые колокольчатые соцветия. Но скоро кончается короткая весна, и в свои права вступает знойное лето.

Летом ветер несет вместе с песком плоды и семена растений, созревших весной. У большинства растений пустыни плоды приспособлены к переносу ветром. Одни имеют форму пропеллера, как у песчаной акации, другие — баллона, наполненного воздухом, как у песчаной осоки и смирновии, иногда они напоминают парашютики, как у злака селина. У саксаула и солянок плоды имеют особые крылатовидные наросты и похожи на цветы.

Как же использует человек растительные богатства песчаной пустыни? В первую очередь для животноводства. Растения пустыни дают небольшую массу корма с гектара, но площади пустыни так обширны, что позволяют содержать здесь миллионы голов скота. Весной овцы питаются зеленым кормом, а потом сухими остатками весенних растений-эфемеров, особенно песчаной осоки. С осени они начинают поедать веточки саксаула, ими же вместе с остатками травы питаются и зимой.

Почти все растения пустыни — очень хороший корм для овец и верблюдов. Многие из них не уступают по питательности клеверу и люцерне. Саксаул почти всюду используется как топливо. Это лучшее древесное топливо в мире. Его тяжелая, очень плотная древесина горит жарче, чем дубовые дрова. Есть в пустыне и съедобные растения, например ревень. Очень богата песчаная пустыня лекарственными растениями.

Ученые Туркмении и Узбекистана отыскали в естественном растительном покрове ряд растений, которые при возделывании на обработанных и удобренных участках пустыни дают высокие урожаи корма для животных, а также древесину. Наилучшие результаты показали посевы саксаула, кандымов, чогона (кустарниковой солянки), зонтичного растения ферулы. В наше время в пустыне созданы уже значительные площади искусственных, сеяных пастбищ. Все упомянутые виды растений отлично развиваются в посевах и дают урожай во много раз больший, чем на неулучшенных пастбищах пустыни. Орошение пригодных для земледелия земель водами каналов, а также с помощью артезианских скважин дает возможность получать на них громадные урожаи пшеницы, кукурузы, хлопчатника, винограда.

За рубежом песчаные пустыни занимают большие площади. Очень многие песчаные пустыни в Африке образовались из-за бесхозяйственной деятельности человека. Люди уничтожили растительность на плотных супесчаных почвах, хищнически использовали их для пастбищ. Это вызвало разрушение поверхностного слоя. Ветер развеял разрушенную почву и оставил на ее месте пески, которые сейчас в виде барханов передвигаются с места на место. Многие виды растений этих песчаных пустынь близки к нашим среднеазиатским видам. Так, африканский злак селин (аристида) похож на среднеазиатские селины, а различные виды кустарника кандыма с семенами в виде пушистых шариков напоминают кандымы, растущие у нас.

Тропический лес

Вряд ли кто из вас не читал о природе далеких тропических стран. Больше всего вас, вероятно, поражает описание тропических лесов. В джунглях Индии жил среди диких зверей Маугли, через тропические леса Центральной Африки пробирался Дик — отважный пятнадцатилетний капитан, сквозь дебри Амазонки прокладывали дорогу герои романа А. Конан-Дойля «Затерянный мир».

Тропические леса занимают большие пространства по обе стороны экватора в Америке, Африке, в южной и юго-восточной частях Азии и на прилегающих к ней островах, в Австралии (см. т. 1 ДЭ, ст. «Растительный покров Земли»).

Наиболее распространены влажные тропические леса, или гилея. Они произрастают там, где часто и регулярно выпадают обильные осадки, знаменитые тропические ливни, когда с неба с громким шумом низвергаются стремительные потоки, реки воды. За полтора-два часа осадков выпадает здесь больше, чем, например, под Москвой за несколько месяцев. Обилие тепла и влаги, ослепительное солнце, в полуденные часы стоящее прямо над головой, отсутствие периода засухи — все это создает исключительно благоприятные условия для растительности, особенно древесной.

Большое значение имеет для растительности то обстоятельство, что в течение всего года температура воздуха в тропиках почти не меняется. Так, на Западной Яве, в Богоре, где находится лучший в тропических странах ботанический сад, самый холодный месяц — август (Ява расположена на 8° южнее экватора, в Южном полушарии) всего на 1° холоднее самого жаркого месяца — февраля. На растения это действует чрезвычайно благоприятно: они растут круглый год и с поразительной быстротой. За какие-нибудь 10—15 лет тропические деревья достигают высоты 30—40 м и толщины до 1 м. Таких размеров деревья нашего климата достигают только к 150—200 годам.

Тропические леса не имеют себе равных по обилию видов растений. Среди десятков рядом стоящих деревьев не всегда найдешь два одного вида. К тому же они до такой степени переплетаются своими ветвями, что очень трудно бывает разобрать, к какому стволу относятся ветви, листья, цветки или плоды. Ботаники насчитывают в некоторых тропических лесах до 400 различных древесных пород. И ни одна из них не преобладает.

Если посмотреть на наш лес сбоку, то «крыша» его представляется нам совершенно ровной. Наши деревья как бы защищают друг друга от губительного действия холодных зимних ветров. Не то в тропическом лесу. Здесь нет морозов и холодных ветров. Почти ежедневно выпадающие дожди не дают высыхать отдельным возвышающимся над уровнем лесной «крыши» верхушкам деревьев. Поэтому одни деревья больше раскидываются вширь, другие тянутся вверх. Если посмотреть сбоку на тропический лес, то его «крыша» будет зубчатой.

Некоторые считают, что тропический лес состоит преимущественно из пальм. Это неверно, так как пальмы в тропиках растут в основном на открытых местах. Например, кокосовые пальмы растут вдоль морских берегов и образуют большие рощи. В самом лесу пальм немного. Деревья тропического леса по общему виду похожи на наши лесные деревья, но имеют в большинстве своем крупные кожистые листья, как у магнолий, лавровишни или обыкновенного комнатного фикуса. Такие прочные кожистые листья служат деревьям два-три года, а иногда и более продолжительное время. Кроме того, листья сбрасываются не все сразу, как это бывает в наших лесах осенью, а поодиночке, в разное время. Поэтому влажные тропические леса всегда зелены и никогда не стоят без листьев. В тропических лесах преобладают вечнозеленые лиственные деревья, хотя есть и хвойные, например араукарии.

В этих лесах всегда, даже в полуденные часы, царит зеленоватый полумрак. Не видно ни восхода, ни солнечного заката, ни самого солнца на небе. Из-за недостатка света здесь трудно расти травянистым растениям. Однако в этой густой тени прекрасно растут споровые растения — мхи и папоротники, причем последние имеют нередко многолетние стебли и достигают 8 м высоты, напоминая небольшие пальмы. Это так называемые древовидные папоротники, особенно распространенные в тропических лесах Австралии, Тасмании и Новой Зеландии.

Чтобы быть поближе к свету, многие растения поселяются не на земле, а на стволах и ветвях деревьев, нередко густо покрывая их сплошным зеленым ковром. Среди них можно назвать различные виды папоротников, мельчайшие споры которых легко заносятся воздушными течениями на ветви деревьев, где они и разрастаются. По внешнему виду некоторые из них напоминают птичьи гнезда — это папоротники-гнездовики; другие папоротники похожи на лианы и, укоренившись в земле, поднимаются по стволам деревьев с помощью корней-присосков или листьев. А папоротник олений рог имеет листья двоякого рода. Одни листья плотно охватывают ветку или нетолстый ствол дерева-хозяина, образуя как бы воронку, в которой скопляются стекающая по стволу дождевая вода и смываемые ею со ствола пыль и органические остатки. Другие листья, питающиеся за счет такой «почвы», висят в воздухе и

улавливают необходимые для жизни растения свет и углекислый газ.

Многие папоротники принадлежат к группе так называемых *эпифитов* — растений, живущих на других растениях, но не являющихся паразитами. Эпифиты очень распространены в тропических лесах. Эпифиты есть и в наших лесах. К ним относятся бородатый лишайник, свешивающийся с веток елей в густых лесах, и пластинчатые лишайники серого, коричневого и ярко-желтого цвета, которые можно видеть на стволах осин и других деревьев.

Во влажных тропических лесах дожди идут почти ежедневно. По ветвям и стволам деревьев стекают мощные потоки воды, вода застаивается в развилках ветвей, и это дает возможность поселиться здесь эпифитам. Кроме того, сами эпифиты, укрепляясь на ветвях, задерживают воду стеблями и корнями.

Среди тропических эпифитов есть и цветковые растения. Из них наиболее красивы орхидеи. Растут орхидеи и у нас. Только эти орхидеи не эпифиты. В начале лета на лугу можно набрать букеты душистых ночных фиалок с желтовато-зелеными цветками, кукушкиных слезок, или, иначе, ятрышника, с фиолетовыми цветками, которые усыпаны темными крапинками. В лиственном лесу иногда попадаются крупные пестроокрашенные цветки венерина башмачка, поражающие своей удивительной формой. Но наши орхидеи дают слабое представление о красоте и разнообразии тропических орхидей. По невиданному богатству форм и изумительной окраске цветков тропические орхидеи занимают одно из первых мест в мире растений и чрезвычайно высоко ценятся в садоводстве. Одни орхидеи по форме напоминают бабочек, другие похожи на пауков. Окрашены они во все оттенки, от молочно-белого и нежно-розового до темно-багрового и ярко-желтого. Одни цветки бывают пятнистыми, другие — полосатыми, третьи — испещрены фантастическими рисунками. Некоторые срезанные орхидеи не вянут почти целый месяц. В тропической Америке даже есть специальный промысел «охотников за орхидеями»: драгоценная добыча доставляется в Европу.

Тропические эпифитные орхидеи — настоящие воздушные жители. Их корни не находятся под землей, как у наших орхидей, а висят в воздухе. Они серебристо-белого цвета; покрывающая их рыхлая ткань, подобно губке, жадно впитывает дождевую воду. В почве корни этих воздушных растений задыхаются и загнивают.

Как эпифиты, живут и непентесы — насекомоядные растения, имеющие красивые пестроокрашенные кувшинчики, с помощью которых они ловят насекомых (см. ст. «Насекомоядные растения»).

Среди эпифитов тропических лесов Южной Америки много представителей и семейства бромелиевых. Они имеют яркоокрашенные, очень красивые цветки. Корни у этих растений либо отсутствуют вовсе, либо служат для прикрепления. В воронкообразных розетках листьев скапливаются органические остатки и застаивается дождевая вода. Отсюда основания листьев всасывают воду. Листья бромелиевых покрыты желёзками с плотными крышечками, приподнимающимися во влажную погоду и пропускающими внутрь листьев воду. В сухую погоду крышечки плотно закрыты. Бромелиевые, как и орхидеи, разводят в наших оранжереях. Среди бромелиевых, как и среди орхидей, есть и напочвенные растения. К ним относится культурное растение ананас.

Не только стволы и ветви деревьев тропического леса заселены квартирантами — эпифитами, но и на листьях этих деревьев поселяются «жильцы» — мхи и лишайники. Их называют *эпифиллами*. Так же как и эпифиты, они пользуются только «квартирой», более светлой, чем та, которую они могли бы иметь на земле, под густым пологом леса. Хотя соков из листьев дерева они не сосут, но все же некоторый вред причиняют, отнимая часть падающего на листья света. Кроме того, они способствуют застаиванию воды и появлению паразитных грибов, повреждающих листья деревьев. Листья загнивают и преждевременно опадают.

Есть на тропических деревьях другие квартиранты, также стремящиеся с возможно меньшими затратами захватить место под солнцем. Это лианы, т. е. вьющиеся и лазящие растения древесного типа. Вьющиеся растения встречаются и у нас. Широко распространены лианы в Закавказье, особенно на Черноморском побережье. Здесь деревья нередко оказываются настолько густо переплетенными такими растениями, как ломонос, ежевика, колючая сарсапариль, что образуются совершенно непроходимые заросли. Много лиан в лесах на юге Дальнего Востока.

Лианы — характерное растение тропического леса. Они чрезвычайно быстро растут и легко взбираются на верхушки самых высоких деревьев. Перекидываясь гибкими побегами с дерева на дерево, лианы захватывают десятки деревьев. Снизу видны только толстые стволы лиан, извивающиеся как гигантские удавы, а листья их теряются высоко среди ветвей деревьев. Забираясь в верхние части кроны, лианы своими листьями и побегами отнимают часть света и этим причиняют значительный вред деревьям. Еще опаснее для деревьев лианы, которые плотно обвивают стволы деревьев и тем лишают их возможности утолщаться. Такие лианы называют лианами-

Ствол дерева покрыт эпифитными растениями разных видов: папоротниками, орхидеями и др.

Внизу — по побережьям тропических морей растут мангровые леса (подробнее о манграх см. на стр. 95).

Дерево фикуса со спускающимися воздушными корнями.

Внизу — виктория в оранжерее Главного ботанического сада Академии наук СССР (Москва).

Орхидеи поражают разнообразием форм и окраски цветков.

душителями. По мере роста дерева в толщину кольца лианы все глубже и глубже врезаются в кору и в конце концов полностью перерезают ее. Тогда нарушается нормальное сокодвижение, и дерево засыхает.

В лесных водоемах тропической Америки растет знаменитая виктория-регия. Ее плавающие в воде листья достигают в диаметре 2 м, а огромные чудоцветки распускаются лишь на две ночи и два вечера, наполняя воздух дурманящим ароматом. В первый вечер цветки белые с красновато-розовой серединой, а во второй — переливаются всеми оттенками от малиново-красного до темно-пурпурного.

Быстрота роста тропического леса поразительна. Пробиваемые сквозь него просеки и дороги в несколько месяцев зарастают так, что не остается и следа. Даже сплошные вырубки или пожарища через несколько лет становятся совершенно непроходимыми. Такая же судьба постигает и культурные поля, почему-либо заброшенные. Жителям прилегающих к лесам участков приходится вести постоянную борьбу с лесом, непрерывно наступающим на поля. Но все же перед человеком отступают и тропические леса. В более густозаселенных тропических странах, как, например, в Индонезии, леса сохранились преимущественно в горах, а на равнинах и в предгорьях зеленеют рисовые поля и плантации каучуковых и хинных деревьев, кустарников кофе и чая.

Замена диких лесов культурными плантациями, осушение почвы способствуют улучшению климатических условий. С этим связано и уничтожение возбудителя тропической лихорадки — этого бича жарких стран. Однако хищническое хозяйствование, чрезмерная вырубка и выкорчевывание леса, особенно в предгорьях и горах, влекут за собой гибельные последствия. Тропические ливни быстро смывают оголенную от лесной растительности плодородную почву, оставляя после себя голые скалы. В рыхлых породах дождевая вода прорывает глубокие овраги и вызывает наводнения и оползни. Только разумное использование тропических территорий может предотвратить разрушение ценных почв этой зоны.

Растительность высоких гор

Природные условия гор зависят от их географического положения, от направления и высоты хребтов, от крутизны и расположения склонов и т. д. В горах климат и растительность изменяются в зависимости от высоты и не так постепенно, как на равнине. Если на равнине (в Северном полушарии) средняя годовая температура падает на 6° при продвижении с юга на север на 1300 км, то в горах она понижается на 5—6° при подъеме по вертикали всего лишь на 1 км. С подъемом изменяется количество осадков и солнечной радиации. Днем поверхность почвы здесь сильно нагревается, а ночью нередки заморозки в течение всего лета и даже снегопад. Осадки выпадают главным образом в средней части высоких гор, а на больших высотах их совсем мало.

В зависимости от климата в горах последовательно сменяется и растительный покров. Это так называемая вертикальная зональность. Принято выделять 3 высотные ступени: низкогорья, среднегорная ступень (1000—2500 м над уровнем моря) и высокогорья — территории выше верхней границы леса. Высотные границы поясов зависят от широты места, от направления хребтов, от направления склонов, от общей климатической обстановки. Растительность низкогорий обычно соответствует зональной растительности прилежащей равнины. В горах лесной зоны это соответствующие леса; в горах степной и пустынной зон — степные и пустынные растительные сообщества.

Лесные пояса там, где они есть, тоже расчленены по высоте. При достаточной высоте в горах выше лесного пояса располагаются безлесные пояса — субальпийские и альпийские луга. Переходной полосой к ним обычно служит редколесье, криволесье, стланиковая растительность и т. д.

Еще выше безлесного пояса в высоких горах располагается пояс снежников и ледников, где растительности обычно нет.

Евразия

Пояс высокогорной растительности — низкорослые луговые травы, дерновинные злаки, осоки — сильно развит на высоких хребтах Евразии выше лесного пояса.

Для Альп, Кавказа и Карпат, а также для западного и северного Тянь-Шаня характерны субальпийские и альпийские красочные луга. Субальпийские луга похожи на равнинные: их травостой достигает 50—60 см высоты; здесь много влаголюбивых многолетников. Эти луга разделяются на злаковые, осоковые, разнотравные. На альпийских лугах более низкий травостой (10—15 см) и менее разнообразен видовой состав трав. Осадки приносят в высокие горы влажные ветры, дующие с Атлантического океана и со Средиземного моря. Накопившийся за зиму снег с наступлением прохладного лета постепенно тает. У самого края снегов, на почве, постоянно увлажняемой талой водой, растут сочные приземистые многолетние травы-альпийцы. Они отличаются крупными цветками яркой окраски: желтой и оранжевой — у лютиков, первоцветов, лапчатки, мака, синей — у горечавки, розовой и белой — у мытников, камнеломок, звездчатки, красной и розовой — у лука, голубой — у незабудки, лиловой — у фиалки, астры альпийской и многих других. Растения-альпийцы отличаются холодостойкостью, но не выносят сухости.

Сильно отличаются от типичных альпийских лугов высокогорные монотонно-зеленые кобрезиевые плотнодерновинные луга на Алтае, Памиро-Алае, Тянь-Шане, Тибете и Гималаях. Здесь почву почти сплошь покрывают разные виды корневищных растений, в основном из рода кобрезия (семейство осоковых). К ним примешиваются низкие злаки, некоторые виды растений альпийских лугов. Кобрезиевые луга живут за счет влаги от стаивания выпавшего за зиму снега и скудных весенне-летних осадков. Это ценные летние пастбища. Осенью растительность на них подсыхает и желтеет.

Ниже полосы альпийских лугов, поодаль от линии снега, особенно на Алтае, в Джунгарском Алатау, на Северном Тянь-Шане и Кавказе, высокогорья покрыты субальпийскими злаково-разнотравными лугами. Растения развиваются здесь за счет летних осадков. Это очень ценные высокогорные пастбища и сенокосы.

Там, где климат высокогорий более засушлив, на высотах 3000—3500 м на сыртах Центрального Тянь-Шаня, в хребтах и нагорьях Памиро-Алая, Памира, Тибета, Каракорума, Гималаев, с их прохладным летом, широко раскинулись своеобразные высокогорные степи, полупустыни и пустыни. На высокогорных степных просторах в растительном покрове преобладают плотнодерновинный злак типчак, ковыли, полыни, тескен и др.

Для Центрального Тянь-Шаня и особенно Памира характерны высокогорные пустыни, простирающиеся на высотах 3500—4900 м. Условия здесь крайне суровы. Осадков очень мало. Снеговой покров ничтожен. Почва глубоко промерзает, образуется вечная мерзлота. Зимой температура опускается до —45°

(на поверхности почвы), а в августе поднимается до +56°. Растительный покров разрежен. Его составляют в основном полукустарнички, достигающие всего лишь 20—25 см высоты: полынь, подушковидный терескен, безлистный кустарничек эфедра (кузьмичева трава) и др. В высокогорьях юга Средней Азии и Закавказья, в резко континентальных условиях, распространен особый тип растительности — нагорные ксерофиты. Это сильно засухоустойчивые, обычно подушковидные колючие растения.

На высокогорьях Сибири и Дальнего Востока иная растительность. Чрезвычайно холодные зимы тут малоснежны или почти бесснежны. Почти повсюду залегает вечная мерзлота, поэтому растительность носит характер тундровой. Среди сплошного покрова из мхов и лишайников толщиной 3—8 см ютятся маленькие полукустарнички и кустарнички: березка круглолистная, стелющаяся ива миртолистная и др. Издали эти высокогорья кажутся голыми, поэтому их называют гольцами.

В нижней части высокогорного пояса тянется полоса стланиковой растительности, переходная к лесной зоне. В Сибири и на Дальнем Востоке стланиковую форму принимают кедр, сосна сибирская, лиственницы даурская и аянская, пихта сибирская. В Южном Алтае, Средней Азии и на Восточном Кавказе широко распространены можжевельниковые стланики, на Урале — кустарниковая ольха, в Карпатах — зеленая ольха и горная сосна. На Кавказе плотные стланиковые заросли образует вечнозеленый кустарник рододендрон кавказский.

Еще ниже высокогорный пояс сменяют леса среднегорной ступени. В Хибинах, на Урале, в горах Восточной Сибири, в Карпатах их составляют те же лесные породы, которые в изобилии растут на прилежащих равнинах.

В лесном поясе гор Средней Азии и Кавказа лесные породы своеобразные, часто только здесь встречающиеся. Сибирская пихта встречается лишь в Джунгарском Алатау. Южнее, на Западном Тянь-Шане, растет близкая к ней пихта Семенова. Сибирскую ель замещает тянь-шаньская, распространенная на высотах 1500—2850 м от Джунгарского Алатау до Заалайского хребта. Характерен образующий редколесье можжевельник с неколючей хвоей, или арча. В Копетдаге редколесье из туркменской арчи сочетается с горной степью. В горах Средней Азии растут многие виды деревьев из широколиственных пород: клен, ясень, платан, грецкий орех и др.; кустарники — жимолость, шиповник, барбарис, бересклет, вишня. По долинам горных рек — ива, береза, тополь, ольха, вяз, облепиха. Лесная флора гор Средней Азии богата плодовыми растениями, в изобилии встречаются здесь грецкий орех, фисташка, яблоня, алыча, груша, миндаль, вишня, абрикос, дикий виноград, боярышник и многие другие. Горы Средней Азии славятся множеством декоративных растений: тюльпанами, ирисами, луками.

Наиболее разнообразен по составу древесных пород лесной пояс Кавказа в его западной, влажной части. В верхней полосе (1200—1900 м) растут хвойные леса из сосны крючковатой, ели восточной, пихты кавказской. Ниже преобладают лиственные леса из бука, нескольких видов дуба, клена, граба, березы. Много здесь вечнозеленых кустарников — лавровишня, падуб, рододендрон понтийский. Некоторые некогда широко распространенные древесные породы сохранились теперь лишь кое-где на Кавказе. Это

В Кавказском заповеднике

Наиболее крупный в СССР горный заповедник — Кавказский — расположен на западных склонах Главного Кавказского хребта. Бóльшая часть заповедника покрыта девственным лесом из кавказской пихты, восточного бука, граба и восточной ели. Есть в нем заросли рододендронов, субальпийские и альпийские луга. Трава на лугах выше роста человека.

В Кавказском заповеднике сохранилось небольшое количество экземпляров вечнозеленого хвойного дерева — тиса. У отдельных деревьев почтенный возраст — 1500 лет. Диаметр ствола у такого дерева достигает 1,5 м. Но этот возраст для тиса далеко не предельный, он может жить 3—4 тыс. лет. Древесина тиса плотная, тяжелая, с красивым желтоватым или буро-красным рисунком волокон. Она высоко ценится в промышленности и известна под названием «красное дерево». Тис очень устойчив против заболеваний, недаром в народе его называют негной-деревом. Упавшее дерево может пролежать на земле сотни лет и не поддаться гниению.

В Кавказском заповеднике сохраняется еще одно интересное дерево — самшит. Самшит — небольшое вечнозеленое дерево или кустарник с красивой плотной древесиной, которая очень хороша для различных поделок. Раньше на Кавказе встречались крупные деревья самшита, но до революции они безжалостно вырубались, и теперь крупные экземпляры сохранились только в заповеднике. Самшит широко используется в садоводстве — кто бывал на юге, тот видел плотные кусты самшита, которым умелая стрижка придала форму шаров, пирамид и даже фигур различных животных.

Травянистые растения альпийского пояса Кавказа: первоцвет, рябчик, горечавка *(вверху слева направо)*. Травянистые растения субальпийского пояса Кавказа: безвременник, шафран, первоцвет крупночашечковый *(внизу слева направо)*.

такие реликты кавказской флоры, как каштан настоящий, дзелква, тис, эльдарская сосна, пицундская сосна, самшит.

Лесной пояс Украинских, или Лесистых, Карпат, достигающих 2663 м высоты, развит от самых подножий до высот около 1800 м. Здесь растут еловые леса с примесью пихты, европейского кедра (кедровой сосны) и бука, смешанные леса из дуба, граба, бука, европейской пихты, клена, липы, изредка встречаются тис, сосна крючковатая.

Богатый растительный покров высоких гор занимает важное место в народном хозяйстве СССР. Широко используются горные леса и ценнейшие горные пастбища. Неоценима водоохранная, противоэрозионная роль растительного покрова гор. Флора высоких гор — сокровищница полезных, особенно лекарственных и декоративных, растений.

Из высоких гор Евразии вне пределов СССР по особенностям растительного покрова наиболее интересны Европейские Альпы и Гималаи.

Европейские Альпы — обширная высокогорная страна с высшей точкой Западной Европы вершиной Монблан. Здесь выпадает от 600 до 3000 мм осадков в год. Граница вечных снегов проходит на высоте 2500—3200 м. В высокогорном поясе зеленеют альпийские луга, а ниже — субальпийские высокотравные луга. Еще ниже начинается лесной пояс с преобладанием хвойных пород (ель, пихта, лиственница, кедровая сосна), а за ними идут уже леса из широколиственных пород, преимущественно дуба и бука.

Северными склонами главный хребет высочайших Гималайских гор обращен к Центральной Азии с ее резко континентальным пустынно-степным клима-

Горный тропический лес в Гималаях. Пихта с подлеском из рододендрона. *Внизу* — рододендрон кавказский.

Верхняя граница леса на Кавказе (Теберда). *Внизу* — тундра в северных горах.

том. Растительность здесь сходна с растительностью Памира и нагорий Тибета, поднятых на высоту до 4—5 тыс. м. Южные склоны Гималаев находятся уже под влиянием тропического муссонного климата. До 1000 м они покрыты тропическим лесом из гигантских деревьев, оплетенных лианами. Характерны фикусы, пальмы. Тут же растут бананы, бамбуки, древовидные папоротники. В этой части Гималаев очень влажно. Например, в Сиккиме выпадает до 12 м осадков в год! Выше тропический лес сменяется субтропическим, с вечнозелеными магнолиями, дубами, длиннохвойными соснами. Выше 2 тыс. м следуют леса из лиственных пород — дуба, каштана, грецкого ореха и хвойных — преимущественно серебристой пихты, сосны и гималайского кедра. Еще выше простирается высокогорный пояс с альпийскими степями. Снеговая линия начинается на высоте 3500 м.

Африка и Америка

От растительности высоких гор Евразии сильно отличается флора гор и нагорий Африки. Их предгорья покрыты сухими степями, саванной, редколесьем. Выше, где годовые осадки превышают 1500 мм, растет вечнозеленый тропический лес. По мере подъема его сменяют редколесья из настоящих акаций, молочаев. На высоте до 3500 м растительный покров составляют древовидные вересковые, бамбуки, а также некоторые хвойные — можжевельники и особенно подокарпус. Еще выше, например на бывшем вулкане Килиманджаро, растут древовидные, похожие на свечи лобелии со скученными наверху узкими листьями. Ствол лобелии заканчивается султановидным соцветием, как бы пламенем этой свечи. Вместе с ними растут небольшие древесные кустарниковые растения и множество видов своеобразных травянистых растений. На высоте свыше 4000 м начинается холодная пустыня. Вершину Килиманджаро покрывают ледники.

Очень сложен растительный покров высоких гор Северной и Южной Америки. Вдоль западных ее берегов простирается величайшая по протяженности горная система Кордильеры. Протяженность хребта с севера на юг, водораздельное положение между бассейнами Атлантического и Тихого океанов обусловили исключительное разнообразие природных условий и растительности. Северная часть Кордильер находится в зоне умеренного и субарктического

Секвойя.

климата. Здесь произрастают густые хвойные леса из дугласии, пихты, гемлока и туи. В высокогорном поясе растительность похожа на тундровую. Южнее, в Калифорнии, леса Кордильер состоят из желтой сосны, сохранилась здесь и гигантская секвойя. Лесной пояс поднимается здесь до 3300—3600 м. Высокогорья Кордильер покрыты альпийскими лугами из злаков, осок и низкорослых красиво цветущих растений. Здесь много стелющихся кустарников.

В более южной части Северной Америки в систему Кордильер входят внутренние горные плато. Они достигают иногда высоты 4 тыс. м и покрыты пустынной растительностью из суккулентов (растений с сочными от обилия воды в тканях листьями и стеблями) и засухоустойчивых кустарников. Здесь растут агавы, юкки, кактусовые.

Кордильеры Южной Америки, или Анды, на протяжении 9 тыс. км окаймляют материк с севера и запада. На восточных склонах северной части (до 1500 м) господствует тропический влажный лес, или гилея, с разнообразным составом древесных пород. Выше, до 2400—2800 м, гилея изменяется. Появляются хинное дерево, кока, древовидные папоротни-

ки. Еще выше, до 3800 м, следует почти всегда обложенная туманами высокогорная гилея из невысоких изогнутых деревьев, кустарников и древовидных папоротников. Здесь много эпифитов из папоротников, мхов, печеночников, плаунов и цветковых растений. Далее, до высоты 4500 м, расположена так называемая парамос — высокогорная альпийская растительность. Здесь холодно. Растительный покров состоит из ксерофитов — засухоустойчивых растений. Очень характерны для парамос отдельно стоящие растения из сложноцветных — эспелетия и кульцитиум. Их толстые, неветвящиеся, до 2—5 м высотой стволы покрыты остатками листьев. На верхушке развивается пучок густошерстистых листьев и соцветий. Нередки здесь и подушковидные растения.

Южнее, в Центральных Андах, развиты саванны-полупустыни. Выше, до 4600 м, следует пояс сухой пуны с вечнозелеными кустарниками, колоннообразными кактусами, плотнодерновинными злаками. Здесь почва засолена и много огромных соленых озер.

В южной части Анд нижняя граница снегов проходит на высоте 1200—1600 м. Склоны Анд до высокогорий покрыты лесами из крупных вечнозеленых деревьев: нотофагуса (антарктического бука), магнолии, некоторых хвойных. Отличительная особенность этого пояса — леса из араукарии. Высокогорья покрыты альпийской растительностью. Вершины Анд на юге почти погребены под вечными снегами и льдами. На юге Чили ледники достигают океана.

Горная система Анд — родина многих полезных культурных растений, распространенных по всему миру: кукурузы, картофеля, табака, ананасов, томатов, земляного ореха и др. Дерево какао, хинное дерево, каучуконосная гевея, многие пальмы и такие декоративные растения, как кальцеолярия, бегония, георгины, фуксии, некоторые виды орхидей, также выходцы из лесов Анд.

Растительность морей

В море живет множество разнообразных *водорослей*. Некоторые водоросли, свободно плавая в воде, входят в состав планктона (см. ст. «Животный мир морей и океанов») или образуют более заметные скопления, например тину. Другие водоросли входят в состав бентоса, прикрепляясь к дну или к каким-нибудь подводным предметам. Самые крупные морские водоросли образуют нередко целые подводные луга или даже леса, тянущиеся иногда на десятки километров. Как организмы, содержащие хлорофилл, водоросли нуждаются для своего развития в свете. Потому они могут жить сравнительно неглубоко. Предельная глубина их распространения зависит от прозрачности воды: от 1 м и даже меньше в мутных водах и до 100—150 м и даже больше в морях с прозрачной водой.

Водоросли — низшие растения. Их тело не расчленено на корень, стебель и листья, ткани не подразделяются по строению и функциям, цветки отсутствуют и т. д.

Размеры тела водорослей колеблются от нескольких тысячных долей миллиметра до 60 м! Они сильно различаются своим внешним видом и строением. Тело некоторых водорослей составляет всего одна клетка микроскопических размеров. У других водорослей тело состоит из многих клеток. Эти водоросли достигают большого размера, и у них наблюдается некоторая дифференциация тела на части. Переходную ступень между одноклеточными и многоклеточными водорослями занимают колониальные водоросли. Их тело состоит также из нескольких клеток, но все они соединены друг с другом большей частью неплотно и более или менее одинаковы.

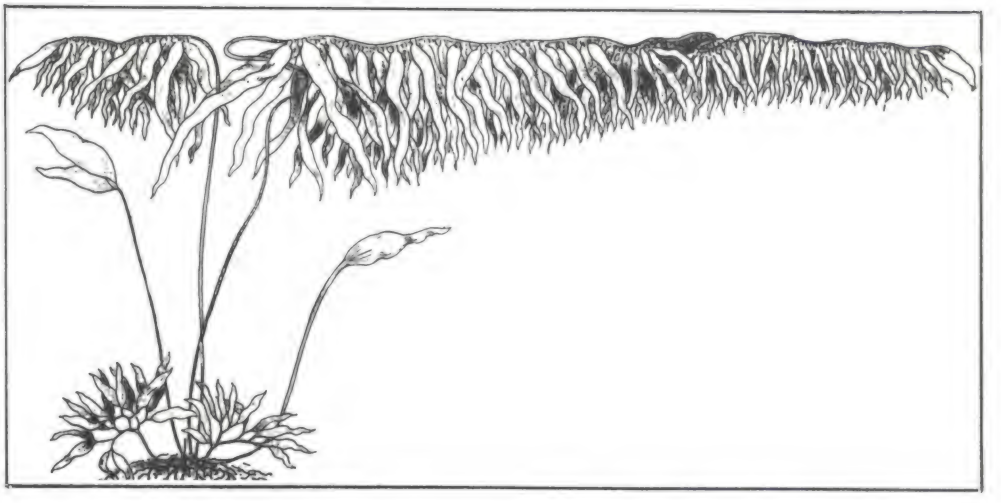
По особенностям организации и окраске водоросли делят на пять больших групп: синезеленые, зеленые, диатомовые (желто-бурого цвета), бурые и красные.

Наиболее простое строение у *синезеленых* и *диатомовых водорослей*. Им свойственны только одноклеточные, колониальные или нитчатые формы. Диатомовые водоросли снаружи покрыты панцирем из кремнезема, состоящим из двух половинок, надетых одна на другую, как крышка на коробку. Синезеленые водоросли чаще всего встречаются в пресных водах, но есть виды, обитающие и в морях. Обычно эти водоросли поселяются на скалах и камнях у морского берега в полосе прибоя. Особенно много таких водорослей в бухтах, портах, в местах, загрязненных органическими веществами, близ стоков городских отработанных вод.

В Красном море живет синезеленая водоросль триходесмиум. В период массового развития эта водоросль приобретает красный оттенок, краснеет и вода в море, которое поэтому и называется Красным. Некоторые синезеленые водоросли относятся к группе

Ламинария.

Макроцистис — великан среди водорослей.



сверлящих водорослей. Они так мелки, что едва различимы невооруженным глазом. Сверлящие водоросли выделяют едкие кислоты, растворяющие известь. Они селятся на известняковых поверхностях: на скалах, камнях, створках моллюсков и домиках червей, протачивая в них густую сеть тонких каналов. Живут такие водоросли на различной глубине, до 40 м от поверхности моря. Могут жить они на прибрежных скалах в полосе прибоя, где довольствуются брызгами волн. К сверлящим относятся также и отдельные виды зеленых водорослей.

Зеленые водоросли имеют одноклеточные и многоклеточные формы. Они селятся в пресных водах, а в морях — около устьев рек или источников. Нитчатые зеленые водоросли кладофора и хэтоморфа обычно живут близ берега и нередко к концу лета так разрастаются, что заполняют, как тина, всю прибрежную толщу воды.

Недалеко от морского берега встречается водоросль ульва, или морской салат. Ее листовидные зеленые пластинки похожи на лопух. Обычная их ширина — 20—30 см, но попадаются и гигантские экземпляры с шириной пластинок до 1,5 м. Крупные размеры водоросли объясняются большим содержанием питательных веществ в иле. Ульва поселяется в загрязненных участках моря и очищает воду от избытка растворенных в ней органических веществ.

Бурые водоросли и красные значительно более высоко организованы по сравнению с зелеными. Одноклеточных форм у них почти нет. *Бурые водоросли* можно увидеть во всех морях, наиболее крупные из них — ламинарии и фукусы — обитают преимущественно в холодных арктических и антарктических водах. Строение, форма и размеры бурых многоклеточных водорослей разнообразны. Растут они, прикрепляясь тонкими бесцветными нитями — ризоидами — к скалам и камням, в неглубоких прибрежных зонах. Некоторые из них поселяются на других водорослях. У морских берегов на глубине от 10 до 25 м бурые водоросли образуют подводные «леса». В наших северных и дальневосточных морях широко распространена ламинария. Ее длина достигает 5 м, длина листовидной пластинки — 0,5 м. Ризоиды у ламинарии разветвленные, на конце каждого разветвления находится подушечка, плотно присасывающаяся к скалам и камням. Ламинарии — многолетние растения, «листья» их ежегодно сменяются. Эти водоросли богаты витаминами, содержат иод и сахар. Некоторые виды ламинарии съедобны.

Макроцистис — великан среди водорослей. Его длина нередко достигает 60 м, а масса — 150 кг. Ризоидами макроцистис прочно прикреплен к скалам и камням. Верхняя часть плотного и гибкого ствола достигает толщины каната и покрыта узкими «листьями». У основания листовых пластинок расположены наполненные воздухом плавательные пузыри, придающие водорослям большую плавучесть. Качаясь на волнах на протяжении десятков метров, макроцистис издали похож на огромную темную змею.

В прибрежной зоне северных морей часто встречаются заросли фукусов. Каждый фукус имеет вид темно-бурого куста высотой около метра. Его короткий стволик прирастает к скалам и камням, а в верхней части разветвляется на плоские, ремневидные побеги, которые могут держаться в воде вертикально, так как в них есть пузыри, наполненные воздухом.

В южных морях прибрежные участки заселены родственной фукусам бурой водорослью — цистози-

Фукус.

Саргассы — водоросли тропических морей.

рой. Очень много ее в Черном море. Цистозира — сильно разветвленный куст с округлыми в поперечном сечении ветвями. Высота водоросли около метра.

У берегов тропических морей часто встречаются водоросли саргассы, все виды которых напоминают высшие растения. Побеги их похожи на стебли, листовые пластинки имеют вид четко очерченных листьев, веточки с плодовыми органами похожи на соцветия семенных растений, а вздутия плавательных пузырей напоминают ягоды. На восток от Антильских островов среди Атлантического океана расположено необычное Саргассово море. Оно не имеет берегов и ограничено круговым течением. Течение и сносит водоросли к центру этого района. Люди знали о существовании Саргассова моря еще в глубокой древности, но более близко познакомились с ним в XV в. В 1492 г. Колумб на пути к Америке пересек это море и определил, что острова, мешавшие продвижению каравелл, образованы плавающими водорослями. Это были бурые водоросли саргассы. Воздушные пузыри дают возможность водорослям держаться у поверхности океана. Они размножаются в плавучем состоянии.

Красные водоросли, или *багрянки*, так же как и бурые, очень разнообразны, но размерами далеко уступают им. Большинство красных водорослей прикреплено к скалам, ракушкам или к другим водорослям. Некоторые из них ведут паразитический образ жизни. Многие красные водоросли живут на глубине более 50 м, в полумраке, где зеленые и бурые водоросли не выживают из-за недостатка света. Только некоторые виды этих водорослей могут жить и в верхних слоях моря. Чем глубже расположены заросли водорослей, тем больше встречается среди них багрянок. Причем у глубоководных багрянок красный цвет более ярок, чем у мелководных.

В Черном море широко распространена красная водоросль филлофора. Как и многие другие багрянки, она относится к группе водорослей, которые не переносят загрязнения воды. Филлофора похожа на небольшой, до 30 см высотой, буро-красный кустик. Ее короткий и тонкий стволик обычно заканчивается плоским диском (подошвой), который прикрепляется к скалам, створкам моллюсков и к другим, более крупным водорослям. Листовидные пластинки филлофоры узкие — не шире 6 мм, длинные, по краям волнистые. Филлофора — многолетнее растение. Размножается она не только спорами, но и отводками: из оторвавшегося от материнского растения куска вырастает новое растение.

В северо-западной части Черного моря на участке в 10 тыс. км^2 существует громадное скопление филлофоры. Открыл его в 1908 г. русский ученый С. А. Зернов. Эта часть Черного моря получила название «филлофоровое поле Зернова». Масса всех растений здесь исчисляется примерно 10 млн. т. В этом районе Черного моря водорослей больше, чем во всех его остальных частях. Филлофора растет здесь на глубине 30—60 м. Немногие экземпляры этого растения прикрепляются к створкам ракушек мидий, большинство же из них непосредственно лежит на иле. Массовое скопление филлофоры объясняется круговым течением, ограничивающим этот район, а также обилием питательных веществ в иле. Кроме того, филлофора обладает способностью, не прикрепляясь к грунту, перекатываться по дну моря.

Черноморская филлофора используется промышленностью с 1917 г. Из нее добывают ценное вещест-

во агар-агар, широко применяемое в микробиологии и в пищевой промышленности. Из различных видов фукусов и ламинарий в некоторых странах добывают иод. Применяют эти водоросли также в текстильной, кожевенной и других отраслях промышленности. Водоросли используются и в сельском хозяйстве, как корм для скота; бурые, красные и зеленые водоросли, выбрасываемые прибоем на берег, служат хорошим удобрением. Население многих стран, особенно в Японии и Китае, употребляет водоросли в пищу. В СССР из морских водорослей изготовляются консервы — морская капуста. Сушеная морская капуста продается в аптеках как средство против склероза — заболевания кровеносных сосудов. Некоторые водоросли богаты витаминами: например, в ульве почти столько же витамина А, сколько и в капусте. По содержанию витамина С некоторые водоросли не уступают лимону.

В местах, защищенных от волн, где на дне скапливается ил, расстилаются подводные луга высокой изумрудно-зеленой травы — зостеры. Зостера относится к высшим цветковым растениям, называемым *морской травой*. Листья таких трав обычно длинные, похожи на узкие ленты. Их цветки просты и невзрачны. Созревшая пыльца переносится водой, попадает на рыльце других растений этого же вида и опыляет их. В строении и способе размножения у них много общего с наземными травами.

Зостера заселяет песчаное дно мелководных бухт и заливов Черного, Каспийского и Белого морей. Встречается она в европейских, азиатских морях и у берегов Северной Африки. Ее листьями питаются рыбы. После шторма на берегу из зостеры образуются огромные валы высотой до 1,5 м. Здесь ее собирают, чтобы использовать как упаковочный материал.

Грибы

В средней полосе нашей страны сбор грибов начинается ранней весной. Первыми появляются из-под земли сморчки, с середины июня — подберезовики, а за ними сыроежки. Потом вырастают, с июля, подосиновики. Белый гриб появляется во второй половине июля. Немного раньше показывается ядовитый красный мухомор, который как бы сигнализирует, что скоро будут белые грибы, а за ними рыжики. Самые поздние грибы — осенние опята.

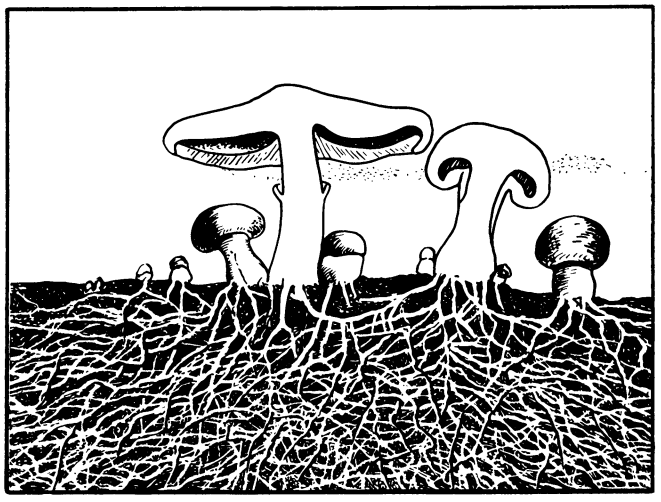
В том месте, где мы сорвем гриб, рыхлую лесную почву пронизывает масса тонких, еле заметных, переплетающихся между собой нитей — гиф. Скопление таких нитей и образует основную часть гриба — *грибницу*, или *мицелий*. Грибница живет в почве долго, она переносит здесь и засуху и холодное время года. При неблагоприятных условиях мицелий прекращает рост и цепенеет, а улучшаются условия — он снова начинает расти. Когда влаги и тепла достаточно, над поверхностью почвы появляются образующиеся из грибницы плотные плодовые тела, несущие споры. Их-то мы и называем обычно грибами. Среди них есть съедобные, но много и несъедобных, потому что эти плодовые тела или жестки, вроде трутовиков, растущих на деревьях, или ядовиты, как мухомор, бледная поганка.

Вообще название «грибы» носит большая группа низших растений, тело которых состоит из тонких переплетающихся гиф. Порой гифы образуют плотные сплетения — это упомянутые выше плодовые тела, несущие споры. Иногда такие же плотные сплетения грибы образуют, готовясь к перенесению неблагоприятных условий. Такие тела не несут спор. Называются они склероциями. Их можно видеть у гриба спорыньи, иногда паразитирующего на ржи.

Грибы не имеют хлорофилла. Они не могут питаться за счет углекислого газа и воды с растворенными в ней минеральными веществами, как зеленые растения, а берут для своего питания готовые органические соединения других живых или мертвых организмов. Поэтому грибы являются либо паразитами, как опенок, спорынья, либо сапрофитами, как шампиньон, белая хлебная плесень, которые используют для питания готовые органические вещества.

Некоторые грибы в поисках пищи вступают в отношения взаимосвязи (симбиоз) с зелеными растениями. Ряд грибов селится на окончаниях мелких корней определенных лесных деревьев, а иногда и трав. Так, белый гриб растет под сосной или дубом, а подберезовик — под березой. От мицелия гриба корни этих растений получают питание — воду и минеральные вещества, которые образуются в клетках мицелия в результате разложения органических соединений. А за это гриб получает от корней, на которых он поселился, некоторые нужные ему органические питательные вещества. Помогают друг другу грибы и водоросли, живущие в своеобразных коло-

Грибы, которые мы собираем в лесу,— лишь плодовые тела растения. Само же растение — грибница, или мицелий, находится под землей.



ниях, которые называются лишайниками. Водоросли, оплетенные гифами гриба, лучше обеспечиваются влагой и минеральными веществами, грибу же дают органическую пищу отмершие и ослабленные клетки водорослей (см. ст. «Симбиоз в растительном мире»).

Сообразно с характером своего питания грибы превращают сложные органические соединения в более простые, вплоть до полной минерализации.

Грибы можно встретить всюду: на позеленевшей горбушке хлеба (плесень), на балках и стропилах подвалов (домовой гриб), на деревьях (трутовики). К грибам относятся известные всем дрожжи (см. ст. «Микробы»). Ботаники насчитывают около 70 тыс. видов грибов. Некоторые грибы образуют вещества, полезные человеку в его хозяйственной деятельности. Так, дрожжевые грибы, усваивая сахар в процессе брожения, разлагают его на винный спирт и углекислый газ. Процесс брожения обеспечивает дрожжи энергией, необходимой для их жизнедеятельности, и заменяет им процесс дыхания. Дрожжи используют виноделы для получения спирта и хлебопеки для выпечки более воздушного хлеба. Из мицелия зеленой плесени пенициллa и многих других микроскопических грибов получают антибиотики, из склероциев спорыньи добываются ценные лекарственные продукты.

В благоприятных условиях грибница способна непрерывно разрастаться, охватывая новые части живых или мертвых организмов, служащих грибу пищей. Любая часть мицелия при отделении может дать новую грибницу. Если вырезать, например, кусок навозной почвы с частью грибницы шампиньона и перенести ее на свежую навозную почву, то гифы из этих кусков быстро разрастутся в новой питательной среде и новый разросшийся мицелий начнет давать плодовые тела, т. е. обычные съедобные шампиньоны.

Для более быстрого размножения грибам служат споры, представляющие собой отдельные клетки. Споры легко уносятся водой или ветром на большие расстояния. Оставьте на тарелке при влажной атмосфере кусочек хлеба, и на нем появятся гифы плесневого гриба. Налейте в открытый сосуд сок из ягод винограда. Через несколько дней он забродит от присутствия в нем дрожжевых грибов. И хлебная плесень и дрожжи развились из спор, носящихся в воздухе.

Споры грибов иногда просто отделяются от гиф мицелия. У плесневых грибов рода пенициллов на конце отдельных гиф имеются разветвления. Конечные клетки этих разветвлений отделяются и превращаются в свободно разносимые споры. У белой плесени, появляющейся на хлебе, на конце отдельных гиф образуются специальные шаровидные мешочки — спорангии, наполненные спорами. Спорангии лопаются, и споры разносятся по воздуху.

Но иногда споры грибов образуются и более сложным образом — путем полового процесса. При этом новое поколение получается из клетки, образовавшейся от слияния двух родительских. Таким образом, в потомках могут сочетаться особенности двух родителей. Половое размножение, по-видимому, было у предков грибов и полностью сохранилось лишь у низших грибов. Когда мицелий белой хлебной плесени, например, испытывает трудности в питании, клетки на концах его гиф сливаются с подобными же соприкасающимися с ними клетками соседнего мицелия. От такого слияния получаются споры — зиготы. Они покрываются толстой оболочкой и, отделяясь от своих мицелиев, способны переносить более тяжелые условия, чем обычные споры из спорангиев.

У высших грибов половой процесс ограничивается лишь образованием и слиянием мужских и женских ядер. У некоторых из таких грибов (сморчки, трюфели, спорынья) образуются клетки с мужскими и женскими ядрами. Через выросты клеток мужские ядра переходят в клетки с женским ядром, но долго с ним не сливаются. Такая клетка делится, делятся отдельно также оба ядра, и получаются новые, двухъядерные клетки. Наконец, в одной из таких двухъядерных клеток происходит слияние обоих ядер, и полученная клетка превращается в сумку со спорами. У других грибов (белый гриб, шампиньон, ржавчинные и головневые паразитические грибы) сливаются соседние клетки двух разных мицелиев. Но слияние ядер также задерживается, а когда оно про-

Съедобные грибы:
1 — белый гриб (боровик);
2 — масленок; *3* — рыжик;
4 — строчок; *5* — сморчок; *6* — опята осенние; *7* — опята летние; *8* — подберезовик; *9* — трюфель; *10* — груздь;

11 — шампиньон;
12 — дождевик;
13 — подосиновик;
14 — сыроежки;
15 — лисичка;
16 — волнушка.

Ядовитые грибы:
17 — ложные опята;
18 — бледная поганка;
19 — красный мухомор;
20 — пантерный мухомор.

исходит, из клетки со слившимися ядрами образуются споры. Они сидят на ножках, выходящих из крупных клеток, которые служат им основанием.

Большинство наших съедобных грибов после слияния двух ядер образуют споры на плодовых телах, состоящих из пенька и шляпки. У одних грибов на нижней части шляпки располагаются радиально идущие от пенька пластинки, у других шляпки пронизаны, как губка, мелкими трубочками. На пластинках и в трубочках находятся клетки с сидящими на них спорами. Положите на сутки шляпку зрелого гриба нижней стороной на бумагу. За это время высыплется столько спор, что на бумаге образуется отпечаток нижней стороны шляпки.

Из грибов со спорами в трубочках шляпки в наших лесах встречаются белый, подберезовик, подосиновик, масленок и др.

Белый гриб, или боровик, может жить в симбиозе с сосной, елью, дубом и потому растет в хвойных и смешанных лесах. В сосновых борах его шляпка темно-коричневая, а в березовых и еловых лесах — желто-бурая или серо-коричневая. Нижняя сторона шляпки у молодого гриба почти белая, у старого — желтовато-зеленая. Пенек гриба цилиндрический, с утолщением внизу.

У подберезовика шляпка обычно беловато-серая или коричневато-серая, но в зависимости от почвы может быть совсем белой (на болоте) и темно-коричневой. Снизу шляпка у молодого гриба белая, у старого — серая с коричневыми пятнами; пенек цилиндрический, слабоутолщенный книзу.

Шляпка подосиновика красная или оранжевая, а снизу беловато-серая; пенек серый, книзу утолщен. На свежем изломе гриб покрывается темным, синеватым налетом. Сами названия подберезовика и подосиновика говорят, под какими деревьями их надо искать.

Ценными грибами считаются маслята, растущие группами под соснами и елями и реже — под другими деревьями. Шляпка масленка имеет форму округлой подушки и слегка заострена в центре. Сверху она желтовато-коричневая, в сырую погоду покрыта слоем слизи, а в сухую — блестит. Снизу шляпка светло-желтая.

Все эти грибы можно варить, жарить, мариновать, сушить.

Из съедобных грибов с пластинками на нижней стороне шляпки особенно ценны груздь, рыжик и шампиньон.

Груздь растет в сосновых и лиственных лесах. Он весь белый. Шляпка его имеет форму воронки с краями, завернутыми вниз. С краев шляпки свисает бахрома. Грузди хороши в соленом виде. Но в них есть горький млечный сок, видимый при разломе гриба. Поэтому перед засолом грузди обычно вымачивают.

Рыжик встречается под сосной, лиственницей и в темных еловых лесах. У молодого гриба шляпка слегка выпуклая, у старого принимает форму воронки; сверху она ярко-оранжевая (в бору) или синевато-зеленая (под елью), снизу — оранжевая с зелеными пятнами. При разломе гриба выделяется сок оранжевого цвета. Рыжики солят, маринуют и жарят.

Шампиньон, или печерица, встречается в степи, на лугах, около жилья и в лесах средней полосы. Шампиньон разводится в искусственных условиях. В теплицах снимают урожай даже зимой. Культура шампиньона распространена во многих странах, особенно во Франции. Шляпка шампиньона белая, у молодого гриба почти шаровидная, у зрелого — плоско-округлая. Пластинки на ее нижней стороне розоватые. Едят этот гриб чаще жареным, но можно его и мариновать.

Большинство съедобных грибов заканчивают развитие над поверхностью почвы. Но шампиньоны, например, приходится иногда выкапывать из-под бугорка земли.

Шампиньон легко спутать с очень ядовитой бледной поганкой. Она отличается от шампиньона влагалищем у основания ножки и окраской пластинок на нижней стороне шляпки. У бледной поганки эти пластинки белые, у шампиньона — вначале бледно-розовые, затем темнеют и становятся под конец темно-коричневыми.

Осенью на пнях и на поваленных древесных стволах растут группами мелкие пластинниковые грибы — осенние опята. Обилие опят обычно связано с тем, что в лесу много больных деревьев или гниющих древесных остатков. Шляпка опенка желтая или желто-серая, как бы присыпанная сверху молотыми сухарями; пластинки у молодого гриба беловатые, у зрелого — коричневые. Ножка тонкая, длинная, коричневая. Опенок — паразит. Он питается органическими веществами, накопленными в древесном пне, а иногда поселяется на выступающих над поверхностью почвы корнях живого дерева, разрушая их. Опята можно варить, жарить, сушить и мариновать. Летний опенок отличается от осеннего ржаво-бурой окраской пластинок и тем, что он живет на пнях лишь лиственных деревьев и растет с весны до поздней осени. Употребляется в пищу, так же как и осенний. На съедобные виды опят похож ложный опенок. Это ядовитый гриб. Отличить его можно по желтовато-зеленой окраске пластинок на нижней стороне шляпки.

К грибам с пластинками на шляпках относятся крайне ядовитые известные всем красные и серые мухоморы. Из красных мухоморов приготовляют отвар, которым травят мух. Следует помнить, что даже самый лучший и безусловно съедобный гриб, если он начал гнить на корню или долго лежал после сбора без обработки, может стать ядовитым: в нем образуются продукты разложения, которыми можно отравиться.

К безусловно съедобным грибам с пластинками на шляпках, растущим в наших лесах, относятся лисички, волнушки, зеленые, розовые и красные сыроежки. У интересного гриба дождевика споры на ножках образуются внутри плодового тела. При их созревании плодовое тело лопается, и из него выходит пыль (споры). Поэтому этот гриб называют еще дедушкиным табаком. Молодые плодовые тела дождевика съедобны.

К грибам, образующим споры в сумках, относятся сморчки и строчки (сумки у них помещаются в углублениях на поверхности шляпки) и трюфели (сумки их лежат внутри плодовых тел, образующихся под землей). Различные виды сморчковых грибов вырастают ранней весной, едва сойдет снег, в лесах, парках и в степи. Это сморчки — со светло-коричневой ячеистой конической шляпкой на короткой ножке, шапочки — со светло-коричневой шляпкой в виде усеченного конуса, висящего на длинной полой ножке, и строчки — с мозговидноизвилистой темно-коричневой шляпкой на короткой толстой полой ножке. Все эти грибы съедобны. Но в них есть ядовитые вещества, которые растворяются в кипятке. Поэтому перед употреблением в пищу грибы эти надо мелко изрезать и прокипятить, а отвар вылить: он ядовит.

Трюфели растут в буковых и дубовых лесах Западной Европы. Они высоко ценятся в западноевропейской кулинарии, особенно во Франции. Плодовые тела трюфелей не всегда определенной, но более или менее шаровидной формы с почти черной мякотью. В нашей стране они встречаются в западных, юго-западных и центральных областях Европейской части. Установить место их произрастания и организовать сбор — интересное занятие для юннатов.

Плодовые тела трюфелей располагаются на глубине 10—30 см под поверхностью почвы, не оставляя на ней никакого следа. Для их поисков обычно используют обладающих хорошим обонянием собак или свиней. А когда животное найдет ароматный гриб и укажет нужное место, трюфель выкапывают лопатой.

При сборе грибов надо научиться хорошо отличать съедобные от несъедобных и ядовитых.

Надо сказать, что некоторые грибы, считающиеся несъедобными в одних странах и местах, в других собирают и употребляют в пищу. Но многие из таких грибов требуют предварительной обработки — вымачивания в соленой воде, кипячения. Поэтому, если неизвестно, съедобен гриб или нет, лучше его не класть в корзину.

Собирать грибы рекомендуется ранним утром. Грибы надо не вырывать, а срезать ножом, чтобы сохранить от повреждения грибницу, от которой будут расти новые грибы. Корзина грибника должна быть твердой, чтобы грибы не ломались.

Растения дальних стран на наших окнах

Для юного натуралиста самое интересное — познавать природу, окружающий его мир растений и животных. Но зеленый мир растений не всегда доступен юннату. В большей части нашей страны весна короткая, а лето пробегает быстро. Дождливая осень и холодная зима тянутся очень долго. И рад бы юный натуралист посвятить вечерний час или большую часть воскресенья наблюдению над растениями, но они надолго покрыты снегом... А между тем частица мира растений во всем его удивительном многообразии может быть в доме юнната.

Растения, живущие в наших комнатах на окнах, особенные. Они довольствуются зимой тусклым светом, проникающим через двойные стекла, влажным воздухом с повышенным количеством углекислого газа и комнатным теплом. Наши лесные и садовые растения таких условий не выдержали бы; кроме того, зимой они сбрасывают листья и держать их дома просто неинтересно.

Распространено ошибочное мнение, что держать растения в жилых комнатах вредно, потому что они дышат, поглощая кислород. Но растения не только дышат, днем на свету они питаются углекислым газом, выделяя кислород в количестве, значительно превышающем потребление его за сутки во время дыхания. Растения в комнатах не только улучшают состав воздуха, но и увлажняют его, испаряя воду листьями, чем облегчают дыхание людям.

Монстера, или филодендрон. *Внизу* — цветущий филлокактус.

Традесканция. *Внизу* — бегония.

Родина большей части комнатных растений — тропики и субтропики, где они растут в диком состоянии: в лесах, на болотах и в пустынях. Эти растения были привезены к нам из Бразилии, Индии, Индонезии и других стран и разводятся на наших окнах уже 100, а некоторые и 300 лет.

В тропическом лесу влажно и очень тепло. В воздухе много углекислого газа. Такая среда несколько напоминает комнатную. И все же многие из тропических растений погибли, не выдержав новых условий существования. Прижились из них главным образом те, которые легко размножаются вегетативно, т. е. черенками — кусочками стебля. Хорошо акклиматизировались в домашней обстановке растения пустынь Америки и Африки.

У каждого растения, стоящего на наших окнах, своя, малознакомая нам жизнь, своя история, свои потребности и свои биологические особенности. Вот, например, монстера, называемая еще филодендроном. Это лиана тропических лесов. На своей родине, в Бразилии, монстера обвивает тонким стеблем громадные деревья и пробивается сквозь гущу чужой

Роза. *Внизу* — ирисы.

Ноготки. *Внизу* — анютины глазки.

Тюльпаны. *Внизу* — пионы.

кроны к солнцу. Растение хорошо приспособилось улавливать солнечные лучи. В его широких разрезных листьях много продолговатых отверстий. Сквозь них солнечный свет проникает к нижним листьям монстеры.

Монстера обладает еще одним интересным свойством. На длинном черешке ее верхнего листа образуется совсем незаметная вначале длинная почка с одним листом и частью стебля. Молодой лист выходит на свет свернутым в трубочку, потом трубочка развертывается, и лист разрастается — большой и красивый. Напротив каждого листа образуется на стебле длинный придаточный корень коричневого цвета. Этот корень, как веревка, спускается вниз. В тропиках длинные корни монстеры достигают земли и концы их покрыты множеством серебристых корневых волосков. Большие листья у монстеры можно вырастить и в комнате. Для этого надо направить ее воздушные корни в землю (большие листья требуют усиленного питания и, главное, воды). К небольшим корням можно привесить пробирки с водой и питательными растворами. Чтобы монстера хорошо росла, ее стебель подвешивают на веревку, спущенную с верхнего края окна.

Монстеру иногда называют плаксой. Перед дождем на кончиках ее листьев появляются капли воды. Это объясняется тем, что во влажном воздухе листья монстеры перестают испарять воду, а сильный ток воды в стебле выдавливает капельки влаги из отверстий на краях листьев. Можно предсказывать погоду по монстере, как по барометру.

Если монстере обеспечить надлежащий уход, она может и зацвести. Цветки ее собраны в длинный початок, прикрытый светло-желтым прицветником.

У плодов монстеры вкус и аромат ананаса, поэтому у нее и название видовое — делициоза, т. е. лакомая, деликатесная. Слово «монстера» означает «удивительная, причудливая».

Фикус — распространенное комнатное растение. Он происходит из лесов Индии и относится к семейству тутовых. К этому же семейству принадлежат инжир, хлебное и тутовое деревья. В стебле фикуса есть каучук. В Индии фикус — громадное дерево с целым лесом воздушных корней, подпирающих его могучие ветви. Растет там и маленький фикус репенс, стелющийся по земле или живущий на коре других деревьев. Среди фикусов есть и лианы — «душители деревьев» (см. ст. «Тропический лес»).

На окнах часто можно встретить ампельные растения, называемые так по имени Ампела — героя древнегреческого мифа, превращенного Зевсом в свисающую виноградную лозу. Горшок с таким растением обычно подвешивают на проволоке к верхнему краю окна. Стебли ампельного растения свисают из горшка вниз.

Наиболее обычное в комнатах ампельное растение — традесканция, носящая имя ботаника Традесканта. У некоторых видов традесканции на листьях белые полоски, а нижняя сторона листа красноватая. Стебли и листья традесканции так переплетаются, что трудно найти конец их и начало. Стебельки легко отламываются. Если кусочек стебля с листиками опустить в стакан с водой, он за два дня даст корешок. Таким способом традесканцию можно быстро размножить. Но надо помнить, что она — растение тропических болот и ей нужно много влаги. Традесканция может расти и в широкогорлой бутылке с почвой на дне. От ее стеблей вырастают длинные прозрачные корни. Может традесканция жить и под водой — в аквариуме. Если традесканцию вырастить в длинном ящике и подвесить к верхнему краю окна, она закроет его спускающейся красивой живой занавеской. Традесканция не нуждается в ярком свете и потому пригодна для украшения шкафа, этажерки, стоящих поодаль от окна. Хороша она и в настенных вазочках.

Одно из распространенных комнатных растений — циперус. У него высокие голые стебли, заканчивающиеся красивыми розетками листьев. В диком состоянии циперус растет на острове Мадагаскар в болотах. Поэтому в комнате горшок с этим растением надо держать наполовину погруженным в сосуд с водой. Древние египтяне писали на папирусе. Он изготовлялся из стеблей растения, родственного циперусу,— нильского папируса. Многие произведения древности, дошедшие до нас, были написаны на свитках папируса несколько тысяч лет назад, и тем не менее эти свитки прекрасно сохранились. В наши дни известный норвежский ученый Тур Хейердал дважды переплыл Атлантический океан, из Африки в Америку, на лодках из папируса, сделанных по образцу древнеегипетских. Этим он доказал возможность проникновения египетской культуры в Америку.

На наших окнах немало и уроженцев сухих пустынь и степей. В первую очередь это, конечно, кактусы. Ботаники насчитывают до 2 тыс. видов этого растения. У кактусов разных видов неожиданные, причудливые формы: и шарики — круглые и ребристые, и лепешки, и столбики. Все кактусы покрыты колючками различного цвета и размера. Самое интересное в этих зеленых уродцах — поразительная стойкость, с которой они выдерживают жару и отсутствие влаги. Много лет они могут жить даже в закупоренной колбе с увлажненной почвой. Когда же эти колючие шарики и столбики зацветают, красивее их цветков трудно найти. Славятся своей красотой цветки змеевидного кактуса Царица ночи. В домашних условиях наиболее часто и обильно цветут листовидные филлокактусы.

Большой любовью у цветоводов пользуется растение с толстыми листьями, покрытыми сизым восковым налетом,— алоэ. Родина его — Капская область в Южной Африке. Алоэ — целебное растение.

О каждом комнатном растении юный натуралист может узнать много интересного. Для этого нужно только порыться в книгах, расспросить садоводов и любителей комнатных растений, понаблюдать самому за растениями и поставить ряд опытов. Все, что удается узнать об истории, развитии и свойствах растений, хорошо записать. Для каждого растения можно завести отдельную тетрадь. В комнате, где живет школьник, и тем более в уголке живой природы в школе не должно быть неизвестных, безымянных растений. На каждый горшок с растением следует повесить «паспорт». Но недостаточно знать лишь названия и происхождение растений. За каждым растением надо так ухаживать, чтобы оно росло здоровым и красивым.

Растениям пустынь и светлых мест необходим солнечный свет, поэтому их лучше держать на южных окнах. Растения же влажных тропических лесов на ярком свету растут хуже.

Очень важно, чтобы растение получало нужное ему количество воды. Если ее будет слишком мало, растение завянет; если много, то почва в горшке закиснет и корни начнут гнить. При поливке необходимо учитывать, откуда растение родом, любит ли оно влажность или нет. Надо учитывать и размеры горшка: растение в маленьком горшке поливают

чаще, в большом — реже. Летом поливают больше, зимой — меньше. Нельзя ставить растения на холодные мраморные подоконники и поливать их холодной водой. Вода, в которой мыли нежирное мясо, и зола — очень хорошие удобрения для комнатных растений.

Корням растений необходим воздух. Они получают его через стенки горшков и через поверхность земли. В чистых матовых глиняных горшках стенки пронизаны мельчайшими отверстиями, поэтому нельзя окрашивать их масляной краской, оклеивать бумагой; не следует держать растения и в железных банках, кастрюлях или фаянсовой посуде.

Необходимо также очень осторожно разрыхлять деревянной палочкой уплотненную землю в горшке, не повреждая корней.

Один раз в месяц следует устраивать для комнатных растений «банный день». Листья и стебли обмывают в тазу из лейки или в ванне под душем. Сухие и некрасиво растущие ветки обрезают, присыпая срез толченым углем.

Весной пересаживают растения в несколько большие горшки, наполненные свежей землей. Все горшки, в которые будут пересажены растения, надо вымыть щетками горячей водой с мылом и содой (или золой), чтобы не плесневели. Горшки необходимо хорошо отмыть от мыла. На дно горшков следует положить черепки, закрывающие отверстия, изгибами кверху, затем насыпать для дренажа крупный песок слоем 0,5—1 см (в зависимости от размеров горшка). Для кактусов и других ксерофитов дренаж делают больше. Для растений влажных местообитаний на дренаж кладут немного торфяного мха, сверху же насыпают землю. Пересадка производится быстро, чтобы не подсохли корни растений.

Каждое растение, стоящее в комнате, должно быть красивым. Ведь цель комнатного садоводства — украшать жилище человека. Кроме того, растения следует так расставить и сгруппировать, чтобы они действительно украшали комнату. Подумайте, как эффектнее расставить растения на окне; переместите их несколько раз, чтобы найти для них наиболее красивое расположение. Подумайте, какую подставку для цветов на окне вы можете сделать сами. Лучше всего сгруппировать растения по тем природным условиям, к которым они приспособились у себя на родине. Хорошо выглядят на окне помещенные все вместе растения тропических лесов — монстера и бегония с висящей над ними традесканцией. Красивую группу образовывают различные кактусы, расположенные на подставках вместе с алоэ и луковичными. Так же можно сгруппировать цветущие растения субтропиков — фуксии, пеларгонии, олеандры, окаймленные гирляндами листьев плюща.

Любознательный натуралист может провести с комнатными растениями много опытов и интересных наблюдений. Почти все комнатные растения размножаются вегетативным путем, т. е. отводками или черенками. Стебель традесканции разрезают на маленькие кусочки, с листиком на каждом, сажают во влажную почву и наблюдают, как развиваются из этих отрезков новые растения. Можно срезать верхушку стебля у циперуса и поместить в стакан с водой. Вскоре из почек, сидящих в пазухах листьев, вырастут новые стебли, а у их основания появятся корни. Наблюдать за появлением новых частей растения очень интересно (надо обязательно записать сроки, когда срезана часть растения и когда появились новые корни, стебли). После того как растение укоренится, его пересаживают в горшок или аквариум.

В домашних условиях цветут не все комнатные растения, но такие, как примула, герань, фуксия, амариллис, бегония, цветут ежегодно. Семена у них развиваются не всегда, потому что растения остаются неопыленными. Попробуйте произвести искусственное опыление. Для этого нужно внимательно рассмотреть цветки, найти в них тычинки и пестик. Когда на верхушке тычинок появится желтая пыльца, осторожно маленькой кисточкой нанесите пыльцу на пестик другого цветка. Так вы произведете искусственное опыление. После опыления завязь цветка начинает разрастаться в плод с семенами. Можно поставить опыт с поливкой растений теплой водой. У многих растений таким образом вызывается иногда более раннее цветение. Если есть два одинаковых растения, интересно проследить действие того или иного удобрения: одно растение удобрять, другое оставить без удобрения.

С комнатными растениями круглый год можно проводить самые различные опыты, приобретая знания о их жизни и навыки ухода за ними. Красивый цветущий сад на окне — это и украшение комнаты, и коллекция растений различных стран мира, и источник творческой работы для любителя природы.

У клумбы с цветами

В любом саду цветут на клумбах разнообразные растения. Эти растения декоративные, их разводят ради красивых цветков. Но мало кто знает даже названия их, не говоря уже о происхождении. А между тем клумбы с благоухающими яркими цветами — это своего рода географическая карта, исторический музей, живой гербарий и увлекательная книга о творчестве ученых и садоводов. Цветы на клумбе по мере их увядания постоянно сменяют. Весной на ней одни растения, летом — другие и, наконец, осенью — наиболее яркие и разнообразные.

Весна! Трава на газонах еще едва зеленеет, а на клумбах в полном цвету тюльпаны, нарциссы, ирисы, маргаритки, анютины глазки (см. рисунки на стр. 175).

Бокаловидные цветки тюльпанов — желтые, красные, темно-коричневые, лиловые и почти черные или пестрые —в полоску, с крапинками — гордо возвышаются на высоких тонких цветоножках. Тюльпан родом из Ирана. Три тысячи лет назад он украшал персидские сады — парадизы. В арабских сказках «Тысяча и одна ночь» тюльпан говорит кубку со старым вином: «Я опьяняю, не касаясь губ!», а пылающему очагу: «Я горю, но не сгораю!» Тюльпан впервые был привезен в Нидерланды из Турции в 1634 г. Он поразил голландцев неожиданной красотой. Они так увлеклись разведением этих цветов, что богачи платили тысячу гульденов за луковицу нового сорта. Луковицы выменивали на дома, на кареты с лошадьми, разыгрывали в лотерею.

Гиацинт распускается после первых весенних дождей, и его название означает «цветок дождей». Родина его — Греция. Там он был посвящен богу солнца, науки и искусства Аполлону. В Древней Греции была сложена легенда о том, что этот цветок вырос из крови смертельно раненного на спортивных состязаниях юноши Гиацинта.

В древние времена в Греции и Риме было много легенд о превращении людей в растения. Одна из таких легенд рассказывает о нарциссе. Красивый юноша Нарцисс увидел в воде свое отражение и навсегда остался у ручья, не в силах оторваться от созерцания своей красоты. Склоненный цветок нарцисса как бы смотрит вниз, напоминая самовлюбленного юношу. Ботаническое название этого растения — нарциссус поэтикус — в переводе на русский язык означает «нарцисс поэтический». Многие находят его самым изящным из цветов.

Синий и желтый ирисы с торчащими, как сабли, листьями тоже упомянуты в истории. За пестрые, как бы покрытые сеточкой, цветки это растение названо именем греческой богини радуги Ириды. В диком состоянии ирис растет на влажных лугах. Во Флоренции он назывался флорентийской лилией и был изображен на гербе Флорентийской республики. Позднее ирис под названием белой лилии появился в гербе Франции. У нас в России ирис давно известен. В народе его называют нежным именем «касатик».

Слово «маргаритка» по-гречески означает «жемчужина». И действительно, белые цветочки маргариток, покрывающие весной луга, кажутся рассыпанным жемчугом. Ботаническое название этого простенького цветка — беллис перреннис — в переводе на русский язык означает «красавица многолетняя». В сагах скандинавских народов маргаритку именуют невестой солнца, цветком любви и весны. В соцветии маргаритки не один, а много цветков, плотно соединенных в корзиночку: в середине ее — цветки трубчатые, желтенькие, а по краю — язычковые, с одним белым лепестком, состоящим из пяти сросшихся лепесточков. На ночь соцветие маргаритки закрывается, а с первыми лучами солнца раскрывается.

У цветков фиалки трехцветной, или анютиных глазок, самая различная расцветка. Анютины глазки часто высаживают на клумбы во всем их пестром многообразии. Но на ковровых клумбах с вычурным орнаментом высаживают анютины глазки только определенных сортов. Цветоводы вывели множество сортов фиалок, или, как их еще называют, виол. Ч. Дарвин еще в 1838 г. насчитывал до 400 сортов фиалок, а теперь их значительно больше. У каждого сорта своя окраска. Например, у сорта Доктор Фауст лепестки бархатисто-черные, у Мефистофеля — ярко-красные, у Маргариты — нежно-голубые. Названия этих цветов — имена героев бессмертного произведения Гёте «Фауст».

Мы рассказали лишь о некоторых растениях, цветущих на клумбах весной. А сколько их расцветает летом и осенью! И у каждого из них своя история, свое название, часто связанное с древними мифами, с особенностями строения цветка или с именами ученых. Ярко-синяя лобелия носит имя английского ботаника Лобеля, жившего в XVI в. Фуксия, цветок которой напоминает балерину в красной с белым или голубой юбочке, названа в XVIII в. именем немецкого ботаника Фукса. Левкой двурогий с мелкими сиреневато-розовыми цветками, сильно пахнущими по вечерам, назван маттиолой в честь итальянского ботаника Маттиоли.

Некоторые сорта садовых растений выращивают из года в год целые столетия. Но садоводы продолжают выводить все новые и новые сорта.

Летом и осенью на садовых клумбах — всемирный фестиваль цветов. Садоводы собирают на них

представителей всех частей света: из Азии — мак, тюльпан, душистый горошек, амарант, астра, пион, гвоздика, лилейник, канна; из Африки — львиный зев, резеда, пеларгония, лобелия, гладиолус, бальзамин; из Америки — вербена, бегония, сальвия, флокс, цинния, бархатцы, петуния, георгин, фуксия, настурция, гелиотроп, рудбекия, золотарник; из Австралии — бессмертник, табак душистый; из Европы — левкой, маргаритка, наперстянка, ноготки, анютины глазки.

Многие растения, хотя и пришли к нам с разных континентов, похожи друг на друга строением цветков и находятся в определенном ботаническом родстве. Ботаники относят такие растения к одному семейству. Аконит с темно-синими цветками в виде башмачков, дельфиниум с голубыми или розовыми соцветиями, яркий и пышный махровый пион — все эти растения из семейства лютиковых. В это же семейство входит аквилегия, у которой есть и другие названия: орлик, голубка, водосбор. В семействе лютиковых есть и дикорастущие: желтый лютик, весенняя ветреница, купальница. Петуния, цветки которой похожи на трубу старинного граммофона, и табак душистый принадлежат к семейству пасленовых. В это семейство входит и картофель. Кстати, картофель в XVII в. тоже красовался на клумбах, его цветки были в большой моде, украшая прически и платья придворных дам.

Весной в садах преобладают растения из семейства лилейных: тюльпаны, ландыши, гиацинты, лилии, хамерокалисы. Осенью же на клумбах господствуют представители большого семейства сложноцветных: низкорослые бархатцы и пиретрум, более высокие — астры, цинии, васильки, бессмертник и растения с очень высокими стеблями — рудбекии, золотарник, георгины, хризантемы. Растения этого семейства легко распознать по соцветиям — корзинкам, таким же, как у маргаритки, одуванчика, подсолнечника и ромашки.

Среди садовых растений следует различать многолетние и однолетние. Некоторые многолетние зацветают ранней весной. В их подземных органах есть запасы питательных веществ, необходимых для развития цветков: у ирисов — в корневищах, у тюльпанов, гиацинтов, нарциссов и лилий — в луковицах. Другие растения — георгины, гладиолусы,— хотя у них и есть клубни с запасами питательных веществ, зацветают летом или осенью. У многих многолетних нет подземных стеблей с запасами питательных веществ, но их корни обладают способностью перезимовывать. К таким растениям относятся роза, флокс, рудбекия, аквилегия, аконит, пион и дельфиниум.

Многолетние высокие растения чаще всего высаживаются около кустов и деревьев или вдоль дорожек. Они пышно разрастаются и дают много крупных цветков или большие соцветия. Одно растение, например, многолетнего флокса расцветает целым букетом. Красивы такие растения и на зеленых лужайках.

Разбивка клумбы — большое искусство. Создавая клумбу сначала в чертеже на бумаге, а затем на земле, надо предусмотреть величину будущих растений, сочетание окрасок их цветков и одновременность цветения. Клумбу можно заполнить растениями одного вида и даже сорта. Но лучше создать на ней какой-то определенный рисунок. В этом случае надо принять во внимание гармоничность сочетания красок. Растения с желтыми цветками особенно приятны для глаза рядом с фиолетовыми цветками, оранжевые хорошо сочетаются с синими, красные — с белыми. Следует правильно распределить растения на клумбе и по высоте. В ее центре обычно сажают самые высокие растения. Например, очень красиво выглядит клумба, когда в центре ее посажена индийская канна с крупными коричневыми листьями и ярко-красными цветками. Края клумбы украшают низкие маргаритки, анютины глазки, бархатцы, алиссум с мелкими белыми цветками, сильно пахнущими медом. Как бордюр вокруг цветущих растений используют растения с яркими красивыми листьями. Они создают цветущим растениям хороший фон и делают более четким рисунок ковровых клумб. Хороши для этого пиретрум со светло-зелеными рассеченными листьями, сантолина — с серебристыми пепельно-серыми, американская ирезине — с темно-красными ланцетовидными листьями. Для окаймления высоких растений, например белых флоксов, применяют китайскую перилу с ее темно-коричневыми бахромчатыми листьями.

Садовники расстилают по саду ковры. Они цветками «рисуют» бабочек, портреты, циферблаты часов, создают высокие скульптурные вазы.

Мы не рассказали и сотой доли того, что можно было бы сообщить о садовых растениях. На примере лишь некоторых растений показано, как много связей у садовых растений с историей, географией, литературой и искусством. Юный натуралист, серьезно заинтересовавшийся декоративным садоводством, сумеет и сам получать такие сведения о каждом садовом цветке из книг или расспрашивая опытных садоводов.

Мир невидимых существ

Микробы

Жара. На столе бутылка с хлебным квасом. Жидкость пенится. И вдруг газ с оглушительным шумом выбрасывает пробку. Понять, почему образовался этот газ, можно, только зная свойства невидимых существ — *микробов*.

На руке мальчика ссадина. Он поленился смазать ранку иодом. Через несколько дней на руке образуется гнойная опухоль. И только нож хирурга сможет предотвратить опасные последствия. Дело в том, что вместе с соринкой в живую ткань попали микробы.

Что же такое микробы? Это мельчайшие живые существа, из которых каждое большей частью представляет собой всего лишь одну клетку. Многих из них можно увидеть в микроскоп только при увеличении не меньше чем в 300—500 раз. Микробы очень разнообразны. Наиболее известны из них бактерии, актиномицеты, плесени, дрожжи. Наука о микробах — *микробиология* изучает главным образом различные бактерии, актиномицеты, а также плесени и дрожжи, относящиеся к грибам.

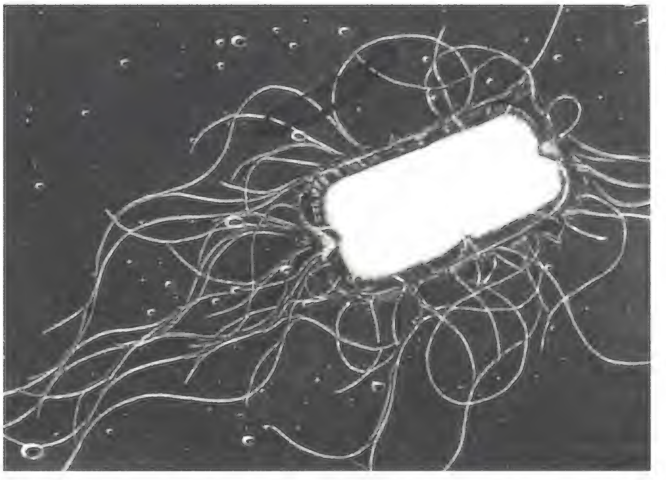
Микроскопические растения — *плесени*, или *плесневые грибы*, причисляются к микробам, несмотря на их сравнительно большие размеры и сложное развитие. Плесень состоит из многочисленных тонких ветвящихся и переплетающихся нитей — *гиф*. Сплетение гиф образует *мицелий*; это и есть тело плесени, способное сильно разрастаться. В процессе развития в отдельных его местах появляются особые, растущие вертикально гифы — конидиеносцы, на которых образуются споры — *конидии*. Конидии разносятся, подобно семенам одуванчика, на значительные расстояния. Оседая на почву или на растения, они при благоприятных условиях прорастают: так начинает жить новая плесень.

Пачка *дрожжей*, которую покупают в магазине,— это огромное скопление живых клеток. Каждая отдельная клетка так мала, что ее можно разглядеть лишь в микроскоп. Чаще всего эти клетки округлые или овальные, диаметр их 8—10 мкм, т. е. 0,008—0,01 мм. У многих видов дрожжей размножение происходит спорами. В этом случае внутри каждой клетки образуется 2 или 4, а у иных и до 12 плотных телец — спор. Из каждой споры в дальнейшем возникает новая молодая дрожжевая клетка. Размножаются дрожжи и более простым способом — почкованием: в клетке появляется небольшое выпячивание, оно быстро вырастает и образует почку. Минут через 20—30 почка отделяется от материнской клетки, и молодой дрожжевой грибок начинает жить самостоятельно.

Бактерии относят также к миру растений, хотя, за очень редким исключением, у них нет хлорофил-

Спирохета с многочисленными жгутиками снята с помощью электронного микроскопа при увеличении в 8 тыс. раз.

Бактерия снята с помощью электронного микроскопа при увеличении в 17 тыс. раз. Уплотненное содержимое бактерии окружено оболочкой и многочисленными жгутиками — органоидами движения.



ла, характерного для большинства растений. Бактерии очень малы. На булавочной головке могут разместиться сотни и тысячи бактерий. Длина клетки большинства палочковидных бактерий — от 1 до 3 мкм, длина некоторых бактерий всего 0,4 мкм. Форма их разнообразна: шарики, запятые, палочки, некоторые имеют жгутики. Размножаются бактерии делением.

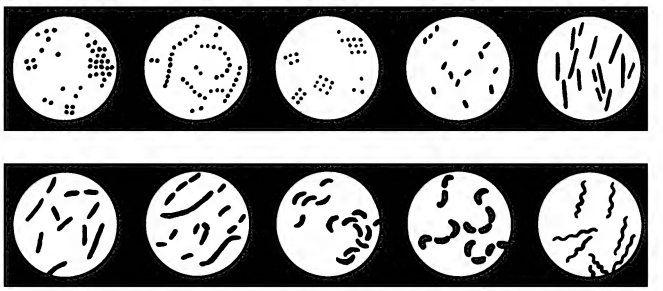
Шарообразные бактерии называют *кокками*. Если кокки располагаются разбросанно, поодиночке, их называют *микрококками*; если же они соединены попарно — *диплококками*. Кокки, собранные в цепочки, называются *стрептококками*; они напоминают бусинки, нанизанные на нитку. К стрептококкам относятся молочнокислые бактерии и бактерии, вызывающие нагноение.

Палочковидные бактерии также разнообразны. У одних концы клеток закругленные, у других — тупые или заостренные. Палочки, соединенные в цепочку, называются *стрептобактериями*. Слегка изогнутые палочки относятся к группе *вибрионов*, изогнутые более сильно — к *спириллам*.

Если соскоблить налет с зуба, поместить его на стеклышко и рассмотреть под микроскопом, то можно увидеть, как быстро проносятся, подобно змейкам, *спирохеты* — тонкие нити со множеством завитков. Эта спирохета довольно безобидна, но среди спирохет есть и очень вредные, например возбудитель возвратного тифа.

Своеобразную группу микробов представляют *актиномицеты*, или лучистые грибы, встречающиеся обычно в почве. Актиномицеты образуют длинный, иногда свыше 600 мкм, ветвистый, очень тонкий мицелий, ширина его не превышает 0,8 мкм. Актиномицеты на питательных средах образуют колонии,

У каждого вида бактерий своя определенная форма. В первых трех кружочках верхнего ряда — кокки и стрептококки; в следующих четырех из верхнего и нижнего рядов — палочковидные бактерии; в двух следующих нижнего ряда — вибрионы; в последнем — спириллы.



которые состоят из мицелия, растущего на поверхности среды. Кроме того, они образуют воздушный мицелий, на котором появляются конидиеспоры. При помощи их актиномицеты размножаются. Они могут размножаться и отдельными кусками мицелия.

Большинство микробов не переносят неблагоприятных условий внешней среды. Они гибнут от высокой температуры, ультрафиолетовых лучей, сильно действующих химических веществ. Но некоторые виды бактерий могут переносить и трудные условия жизни. У одних бактерий, например у туберкулезной палочки, оболочка тела пропитана изолирующим веществом, напоминающим воск, у других — оболочка покрывается слизью. У некоторых бактерий при неблагоприятных условиях часть содержимого клетки уплотняется, обезвоживается

и превращается в спору с плотной оболочкой, которая пропитана смолоподобными веществами, устойчива к внешним воздействиям и почти непроницаема для воды и кислот. Попадая в благоприятные условия, спора набухает, прорастает и превращается в обычную активную бактерию. Бактерии, образующие споры, называются *бациллами*.

Спорообразующие микробы встречаются в почве часто. Во время одного опыта было обследовано 94 вида различных почвенных бацилл. Из общего числа выделенных бацилл 43% не погибли после пятичасового кипячения, 15% оставались живыми, пробыв 12 часов в кипятке, а 11% сохранили жизнь даже после тридцатичасового кипячения. Конечно, такое испытание выдерживали не сами бациллы, а только их споры.

Микробиолог должен знать потребности и свойства самых различных бактерий, дрожжей, плесеней. Сообразно с их свойствами приготовляют в лабораториях различные питательные смеси, на которых могут быть выращены отдельные виды микробов. Такая смесь называется *питательной средой*.

Ученые нашли приемы выращивания, или, как говорят, культивирования, микробов в лабораторных условиях, в том числе и наиболее вредных — возбудителей чумы, столбняка, холеры, дифтерии. Выращивают микробов в специальной питательной среде — на мясных и рыбных бульонах и отварах. В бульон добавляют желатин или агар-агар; в этом случае питательная среда приобретает вид студня. На поверхности студня тончайшим слоем размазывают каплю с разведенной в ней почвой или другим веществом, в котором обитают микробы. Этот этап опыта называют *посевом*.

Микробное население исследуемой капельки более или менее равномерно размещается на сравнительно большой площади. Каждый микроб размножается на том месте, где он осел. Уже через сутки вокруг этого места появляется его многочисленное потомство. Одну бактерию не увидишь без микроскопа, но миллиарды их, тесно прилегающие друг к другу, занимают площадь в несколько миллиметров. Такое скопление на поверхности плотной питательной среды однородных микробов называют *колонией*. Методом посева на жидкую или твердую питательную среду определяют степень заселенности микробами почвы, воды или пищевых продуктов.

Частичку отдельной колонии легко переселить в пробирку с питательной средой. Это уже будет разводка однородных микробов, которую называют *чистой культурой*.

Метод чистых культур широко используется в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Он позволяет не только обнаружить и выделить невидимого врага, но и приготовить против него защитные средства. Активные чистые культуры дрожжей используются на хлебозаводах, молочнокислых бактерий — для производства сыров, молочной кислоты, ацидофилина и многих других ценных продуктов.

Как дышат и питаются микробы

Для дыхания живым существам нужен воздух, точнее, содержащийся в нем кислород. Воздух необходим и большинству микробов. Таких микробов называют *аэробами*. Но есть бактерии, живущие без воздуха. Их называют *анаэробами*. Кислород воздуха для них — яд.

В природных условиях аэробы живут в поверхностных, рыхлых слоях почвы, на поверхности пищевых продуктов, в верхних слоях воды. Анаэробы обитают в более глубоких слоях почвы, в иле, в толще воды — там, где свободного кислорода нет совсем или же его недостаточно для других существ.

Многие микроорганизмы способны вызывать брожение. Брожение представляет собой особый вид дыхания, свойственный микробам. При сбраживании, особенно сахаристых веществ, высвобождается энергия, необходимая для существования микроорганизмов. Но в процессе брожения без доступа кислорода воздуха микроорганизмы используют только небольшую долю энергии, скрытой в веществах, которые они разлагают лишь частично. При дыхании сахар в организме используется полностью. В результате получается вода и углекислый газ. Во время брожения дрожжи разлагают сахар не полностью, превращая его в спирт и углекислый газ.

При брожении, вызванном дрожжами, жидкость пенится от энергично выделяемого углекислого газа. Пузырьки газа со дна бутылки с хлебным квасом свободно поднимаются к поверхности. Но в вязкой массе, например в тесте, они лишь с трудом и далеко не полностью выбираются на поверхность. Вот почему тесто поднимается на дрожжах, точнее говоря, его поднимают пузырьки углекислого газа. В брожении, происходящем в ржаном тесте, помимо дрожжей принимают большое участие молочнокислые бактерии. Они превращают сахаристые вещества теста в молочную кислоту. При изготовлении всевозможных молочных продуктов — сметаны, просто-

кваши, варенца, кумыса, кефира, а также при силосовании кормов тоже действуют различные молочнокислые бактерии.

Если в молоко проникнут гнилостные микробы, то через несколько часов оно приобретет неприятный запах и вкус. Микробы, разлагающие жиры, придают молоку или сливочному маслу прогорклый привкус. Маслянокислые бактерии превращают молоко в пенящуюся, взмученную массу с острым, неприятным запахом — они разлагают сахар с образованием дурнопахнущей масляной кислоты, водорода и углекислого газа. Молочнокислые бактерии убивают гнилостных, маслянокислых и разлагающих жиры микробов. Вызывая скисание молока, они тем самым предохраняют его от порчи.

Уксуснокислые бактерии окисляют спирт, в результате образуются уксусная кислота и углекислый газ.

Многие микробы питаются преимущественно органическими веществами. В живую ткань они не вторгаются и потому не вызывают заболеваний живых существ. Эти микробы называют *сапрофитами*. Среди них есть и злостные вредители, разлагающие пищевые продукты. Некоторые сапрофиты (различные бактерии, дрожжи, плесени), как мы уже знаем, используются в пищевой промышленности. Они вызывают брожение сахаров, из которых они черпают необходимую для своей жизнедеятельности энергию, а также получают необходимое питание (углеводы, азотистые вещества и минеральные соли).

Очень большую роль в природе играют гнилостные бактерии, или аммонификаторы. Они разлагают белковые вещества остатков растений и животных и превращают их в аммиак, воду, сероводород и углекислый газ. Без них жизнь на Земле стала бы невозможной. Ведь эти бактерии разлагают сложное органическое вещество на простые минеральные соединения, которыми питаются зеленые растения. Образовавшийся аммиак непосредственно используется зеленым растением или подвергается процессу нитрификации (окислению с образованием солей азотной кислоты) особыми бактериями-нитрификаторами, о которых мы расскажем позже.

Для большинства животных и растений нефть вредна. Нефть, растворенная в воде, вызывает у рыб отравление. Между тем в почвах нефтеносных районов обнаружено значительное количество микробов, способных использовать для своего питания различные вещества, составляющие нефть,— керосин, парафин и др. В результате их деятельности через 7—10 дней в водоемах слой нефти толщиной в миллиметр почти целиком исчезает.

Серобактерия.

Советские микробиологи предложили использовать таких микробов как разведчиков нефти. Обычно из глубины залежей нефти просачиваются на поверхность Земли нефтяные газы. При малейших следах подобных газов микробы-разведчики, помещенные в специальные колбочки с питательной средой, начинают быстро размножаться. В колбе на поверхности жидкости появляется пленка, а питательный раствор сильно мутнеет. Следовательно, в этом месте можно искать нефть.

Промышленное значение приобретает вскармливание особых микроорганизмов углеводородами нефти, горючих газов для получения дешевых белковых кормов.

Микробы, способные разлагать нефть, каучук, бетон, клетчатку, вызывать коррозию металлических труб, приносят неисчислимые убытки. Установлено, что одна из причин мелких трещин на асфальтовых покрытиях дорог — разрушительное действие микроорганизмов. Приходится изыскивать противомикробные вещества, которые могли бы защищать эти покрытия.

В бензине, в дизельном топливе вследствие жизнедеятельности особых микроорганизмов возникают осадки, которые могут привести к порче топливных двигателей, баков и насосов. Достаточно добавить в топливо небольшое количество специальных химических препаратов, чтобы подавить развитие этих микроорганизмов.

В борьбе с подобными микроорганизмами все большее значение приобретает широкое применение синтетических полимерных материалов. Многие из них оказываются «не по зубам» даже самым изощренным микробам-разрушителям. Тысячи километров кабеля одевают легкие и бактериоустойчивые полиэтиленовые и хлорвиниловые «рубашки». Созданы волокна со специальными свойствами. Они не только устойчивы к гниению, но и обладают бактериоубивающим свойством.

Основная масса растения состоит из вещества, называемого клетчаткой или целлюлозой. В ее разло-

С. Н. Виноградский.

жении главную роль играют особые целлюлозоразрушающие микробы. В иле, в почве, особенно лесной, в навозе — повсюду, где скопляются растительные остатки, появляется несметное количество этих микробов. Весьма полезна и даже жизненно необходима деятельность таких микробов в кишечнике травоядных животных: разлагая там клетчатку, они способствуют перевариванию растительной массы.

Но иногда эти бактерии и грибы вредят хозяйству человека, например они разрушают рыболовные сети, шпалы. Для предохранения от порчи сети пропитывают особым противомикробным составом. В последнее время стали применять капроновые сети: целлюлозоразрушающие бактерии на них не действуют. Если не принять защитных мер, книги и старинные редчайшие рукописи могут быть изъедены целлюлозоразрушающими бактериями и плесневыми грибами. Поэтому книгохранилища и архивы, где хранятся ценные рукописи, время от времени подвергают окуриванию сернистым газом.

В прошлом веке биологи заинтересовались странными свойствами одной группы микробов: внутри клеток этих бактерий были обнаружены кристаллики серы. Русский ученый С. Н. Виноградский в 1887 г. доказал, что подобные бактерии, окисляя сероводород, используют образующуюся при этом энергию на построение органических соединений из углекислого газа и воды. В результате такого окисления сероводорода получается серная кислота или сера, кристаллики которой и обнаруживаются в клетке.

К микробам, использующим энергию, освобожденную при окислении минеральных веществ, относятся также *бактерии-нитрификаторы*. Они способны превращать аммиак в селитру. Эти бактерии, как и зеленые растения, создают органические вещества из воды, углекислого газа и минеральных солей. Но, в отличие от зеленых растений, нитрификаторы, как и серобактерии, не нуждаются в солнечной энергии. Их можно встретить даже в бесплодных песках, в трещинах скал, в темных ущельях, лишенных каких-либо признаков жизни. В природных условиях они образуют огромное количество селитры из аммиака, выделяющегося при разложении животных и растительных остатков. В хорошо проветриваемой почве за год может быть образовано на гектаре более четверти тонны селитры — ценного азотного удобрения. В некоторых местах, где растительность скудна или ее совсем нет, а дождей почти не бывает, накапливающаяся селитра не вымывается из почвы. Здесь образуются залежи селитры.

В районе Бухары почва глинистых пустынь нередко содержит до 2% селитры. Особенно много ее на местах старых городищ, древних караван-сараев, кладбищ. И это не случайно: скопление органических остатков в этих районах послужило для микробов сырьем при образовании селитры.

Свободный атмосферный азот растения усваивать не могут: он им недоступен. Но во многих почвах поселяются особые бактерии, а также мельчайшие синезеленые водоросли-азотоусвоители, которые усваивают азот из воздуха. И там, где условия для развития таких микробов благоприятны, растения не испытывают азотного голодания. Впервые эти бактерии-азотоусвоители были открыты С. Н. Виноградским в 1893 г.

Голландский ученый Бейеринк выделил из садовой почвы микроб азотобактер. При благоприятных условиях микробы этого вида за лето накапливают в почве на одном гектаре 30—70 кг азота, частично возмещая его убыль после уборки урожая. Азотобактер — свободноживущий азотоусвоитель. Его существование не зависит от какого-либо растения — он вольный житель почвы. Есть и другие азотоусвоители, жизнь которых, в отличие от азотобактера, теснейшим образом связана с растением. Уже давно известно, что бобовые растения — вика, клевер, горох, фасоль, люцерна — обогащают почву азотом. Если выдернуть из почвы бобовое растение, нетрудно заметить на его корнях клубеньки. В них-то и живут микробы-азотоусвоители. Азот они усваи-

вают из воздуха и частично отдают его растениям. После отмирания бактерий накопленный в клубеньках азот остается в почве в виде солей и легко усваивается любыми растениями, посеянными на этом поле.

Некоторые синезеленые водоросли также являются азотоусвоителями. Размножаясь в огромном количестве на рисовых полях, они обогащают почву азотом, соперничая даже с азотобактером.

В наше время широко применяются искусственные живые удобрения — нитрагин, состоящий из живых клубеньковых бактерий, и азотобактерин, представляющий собой живую массу азотобактера.

Изменчивость микробов

Микробы очень изменчивы. Например, под влиянием некоторых воздействий бактерия, имеющая форму длинной палочки, может превратиться в шарик. Но для нас важно, что изменение внешнего вида, формы мельчайших существ иногда под влиянием облучения сопровождается наследственными изменениями их свойств.

В лаборатории удается «приручить» полезных микробов, производящих, например, антибиотики, или даже изменить их свойства так, что они будут производить полезные продукты в еще большем количестве. Так, удалось вывести культуру плесневого гриба, дающего пенициллин, производительность которого выше обычного в 200 раз. В природных условиях был обнаружен микроб, способный в заметных количествах синтезировать ценную аминокислоту — лизин. В результате примененного воздействия была получена измененная форма этого микроорганизма, которая синтезирует лизин в 400 раз интенсивнее, чем «дикарь». Добавка дешевого лизина в корм для птиц и животных резко повышает его питательность.

Можно лишить болезнетворные микробы вредоносных свойств, воздействуя на них, например, рентгеновыми лучами или радием. Такие обезвреженные микробы из врагов превращаются в наших друзей. С большим успехом они используются для получения лечебных вакцин.

Для успешной борьбы с вредными микробами нужно учитывать их особенности. Зная свойства микробов, можно создать условия, которые будут благоприятны для развития полезных видов и затруднят развитие вредных.

Микробы в воздухе

При малейшем дуновении ветра поднимается в воздух масса мелких пылинок, а вместе с ними и микробы. Воздушный океан для микроорганизмов — бесплодная пустыня: им там нечем питаться. Кроме того, для многих микробов лучи солнца смертельны. Обычно пребывание микробов в воздухе кратковременно. На малейших пылинках, точно на парашютиках, они оседают на землю. Для некоторых бактерий и грибов воздушные потоки — основной путь распространения. Споры плесеней нередко разносятся по воздуху на очень большие расстояния.

Чем выше и дальше от земли, тем микробов меньше. В горном воздухе их не так много, как в воздухе узких и пыльных улиц. Очень мало микробов над морем, вдали от берегов. Участникам арктических и антарктических экспедиций приходится иногда работать по колено в ледяной воде, но обычно никто из них не заболевает заразными болезнями, связанными с простудой. Объясняется это тем, что воздух в полярной зоне почти свободен от микроорганизмов, в том числе и от возбудителей болезней.

Ученые выяснили, что над Москвой на высоте 500 м в 1 $м^3$ воздуха содержится около 3 тыс. микробов, на высоте 1000 м — уже 1700, а на высоте 2 тыс. м — всего 700—800 микробов. При сильном ветре, когда над городом серой дымкой стелется пыль, число микробов на высоте 500 м возрастает до 8 тыс. Микробы обнаруживались и на высоте 6 км. Даже на высоте 23 км, где атмосфера пронизана космическими лучами, были уловлены с помощью шаров-зондов бактерии и плесневые грибы.

В воздухе промышленных городов вместе с пылью носятся миллионы микроорганизмов. В литре воздуха жилой плохо проветриваемой комнаты содержится около 500 тыс. пылинок. За сутки человек вдыхает около 10 тыс. л воздуха. Большинство микробов мы поглощаем без каких-либо дурных последствий. Но в воздухе, особенно в закрытых помещениях, могут появиться и возбудители заразных болезней.

Некоторые микробы (возбудители чумы, коклюша) в воздухе быстро погибают. Но туберкулезная палочка и микробы, вызывающие нагноение, долго переносят высушивание. Туберкулезные палочки остаются жизнеспособными в пыли до 3 месяцев. Вместе с частицами пыли они разносятся по воздуху на большие расстояния.

Палочковидные железобактерии соединены в цепочки; некоторые из цепочек находятся в чехликах из окисленных соединений железа.

Железная «ватрушка». Она образовалась на морском дне из уплотненных скоплений чехликов железобактерий.

Зараза может распространяться не только с пылью. Когда больной чихает или кашляет, вместе с капельками влаги в воздух попадают возбудители заболевания. В каждой капельке брызг от кашля туберкулезных больных обнаружено до 40 тыс. туберкулезных палочек. С мельчайшими брызгами мокроты микробы отлетают при кашле на 2—3 м, а при сильном кашле и до 9 м.

Чем чище воздух в общественных местах, вокруг человеческого жилья и в комнатах, тем меньше люди болеют. Подсчитано, что, если провести щеткой пылесоса по поверхности предмета четыре раза, удаляется до 50% микробов, а если двенадцать раз — почти 100%. Большое значение в борьбе за чистоту воздуха имеют леса и парки. Зеленые насаждения осаждают, поглощают пыль и выделяют фитонциды, убивающие микробов.

Микробы приносят вред не только здоровью человека. По воздуху распространяются также и возбудители болезней животных и растений. Микроорганизмы вместе с пылью оседают на пищевые продукты, вызывают их скисание, гнилостное разложение.

Микробы в воде

Пока микробы в воздухе, они бездеятельны, хотя и сохраняют жизнеспособность. Активными они становятся, лишь попав во влажную среду либо непосредственно в воду. Бактерии, как и другие живые существа, на 60, а иногда и на 90% состоят из воды. Все вещества, в том числе и питательные, могут проникать в клетку живой бактерии только в растворенном виде через ее оболочку. Любой водоем — лужица, озеро, океан — для микробов не только место обитания, но и источник питания, поле бурной деятельности.

Микробы встречаются и в замерзшей воде. Чем больше загрязнена вода, тем больше будет микробов и во льду, образовавшемся из нее. Микробов находили даже в крупинках града.

На глубине 3500 м в толще воды Атлантического океана были обнаружены живые бактерии. Советские ученые нашли живых микробов в придонном иле на десятикилометровой океанской глубине.

Еще в старину во многих местах нашей страны добывалась со дна озер железная руда. Извлекут из такого озера руду полностью, а через некоторое время она появляется вновь. В 1888 г. С. Н. Виноградский высказал смелую мысль: «Колоссальные отложения железных руд, известных под названием болотной, озерной, луговой, дерновой и т. д., весьма вероятно, должны быть приписаны деятельности особых бактерий, так называемых железобактерий».

Железобактерии находятся повсюду: в подземных и поверхностных водах, в колодцах и родниках. Ржавая масса на дне и берегах ручьев также образована железобактериями. Они обладают исключительной способностью извлекать и поглощать закисные соли железа, растворенные в водоемах, и превращать их в окисные соединения, легко выпадающие в осадок. Железобактерии были обнаружены в большом количестве на дне Черного, Карского, Балтийского и Баренцева морей.

В реках, морях и океанах бактерии производят глубокие изменения. Питаясь остатками умерших растений и животных, они разлагают сложные соединения азота, фосфора, серы и других веществ.

Бактерии служат пищей для многих простейших микроскопических животных, обитающих в морях. Простейших в свою очередь поедают ракообразные, моллюски, которыми питаются рыбы. Бактерии в этой пищевой цепи — первое звено.

Микробиологи и санитарные врачи тщательно исследуют воду на водопроводных станциях и на предприятиях пищевой промышленности. Для улавливания болезнетворных микробов применяют специальные методы.

Микробы в почве

В обломках мертвых скал, в сыпучих песках выжженных солнцем пустынь — везде и всюду первые вестники жизни — микробы. Они живут, размножаются, гибнут, выделяют вещества, разрушающие горную породу, заселяют постепенно поверхность Земли и за тысячелетия превращают бесплодные горные породы в плодородную почву.

В камере Н. Г. Холодного можно видеть, что жизнь бактерий сосредоточена вокруг комочков почвы.

По всему земному шару каждое мгновение умирают животные и растительные организмы. На смену им рождаются новые. Трупы животных, остатки растений разлагаются, сгнивают, истлевают и под влиянием особых бактерий, синтезирующих органическое вещество, становятся составной частью почвы — перегноем. Почти всю эту колоссальную работу осуществляют микробы, расчищая дорогу новой жизни.

Плодородие почвы теснейшим образом связано с деятельностью почвенных микробов. Они не только приготовляют пищу растениям, но и участвуют в создании структуры почвы — ее пористого строения, от чего зависит плодородие почвы.

Микробы вызывают гниение и брожение. При этом выделяется в огромном количестве углекислый газ. Его поглощают из воздуха своими листьями зеленые растения и используют для своего углеродного питания.

Микробы распространены на нашей планете повсюду. В сухих пустынных районах Памира на высоте 4 тыс. м в каждом кусочке почвы величиной с наперсток насчитывается до 500 тыс. микробов, а в том же объеме огородной поливной почвы — уже несколько миллиардов. Общий вес микробов в пахотном слое гектара достигает 4—5 т! Любой комочек почвы, богатой перегноем,— это крохотный мир деятельных микробов. Глубже пахотного слоя микробов становится все меньше и меньше.

Академик Н. Г. Холодный сконструировал камеру, позволяющую наблюдать жизнь микроорганизмов непосредственно в почве. В камере созданы необходимые условия: почва пористая, воды и воздуха в ее порах достаточно. В камере хорошо видно, что микробы располагаются главным образом не в порах, а на поверхности почвенных частиц. С места на место они разносятся током воды. Многие из них передвигаются самостоятельно, хотя и очень медленно, с помощью жгутиков.

Микробы хорошо приспособляются к самым различным условиям. Большая часть почвенных микробов хорошо развивается при температуре 15—35°, но некоторые из них предпочитают холод. Особые холодолюбивые микробы приспособились к низким температурам почвы. При их участии разложение органических веществ может идти при температуре и ниже нуля, хотя и не столь энергично.

Микробы-поджигатели

Изменения и превращения веществ в живом организме связаны с потреблением энергии, при этом часть ее теряется. Энергия, не усвоенная организмом, выделяется в виде тепла. Все без исключения живые существа непрерывно «самонагреваются» и выделяют тепло, в том числе и микроорганизмы. Особенно ярко это проявляется там, где есть благоприятные условия для массового развития микроорганизмов и затруднен отток тепла.

В стогах влажного сена или в штабелях недостаточно просушенного торфа возникают даже пожары. Виновники этих чрезвычайных происшествий — микробы. Хлопок, торф и сено при длительном самонагревании обугливаются, и в них возникают легко воспламеняющиеся вещества. Достаточно небольшого притока воздуха, чтобы эти вещества сами собой воспламенились. Однажды большой океанский пароход шел из Египта в Англию. Его трюмы были наполнены тюками хлопка. В пути из-за бурной деятельности микробов влажный хлопок стал постепенно нагреваться и затем воспламенился.

Самонагревание, вызванное микроорганизмами, не всегда приносит вред. С незапамятных времен оно используется в оранжереях, теплицах и парниках. Ранней весной парники и гряды в оранжереях и теплицах устилают навозом, преимущественно конским, а сверху насыпают слой почвы. Под воздействием микроорганизмов навоз разогревается и утепляет лежащий сверху слой почвы, кроме того, повышается выделение из почвы углекислого газа. Все это способствует раннему развитию огородных культур.

Самонагреванием пользуются не только люди, но и птицы. Австралийские сорные куры, например, кладут яйца в кучу гниющих листьев и веточек. Эта куча самонагревается, и яйца находятся как бы

в инкубаторе. Птице остается только следить за тем, чтобы «инкубатор» работал исправно.

Необходимое условие самонагревания — влажность. Если влаги недостаточно, деятельность микробов затруднена. Влажное сено подвержено самонагреванию, а совершенно сухое само по себе не нагревается; хорошо высушенная рыба не разлагается; сушеные фрукты не гниют долгое время. Однако влажность — лишь одно из условий, необходимых для энергичного развития микроорганизмов, вызывающих самонагревание. Плотно уложенный навоз, в котором микробиологические процессы протекают не так интенсивно, нагревается значительно слабее рыхлого. Если тепло не выделяется наружу, оно накопляется в разлагающейся массе и вызывает в ней самонагревание до 60—70°, а иногда даже до 80°. Торф, сено, навоз нагреваются не только потому, что их разлагают микробы, но и потому, что они нетеплопроводны.

Болезнетворные микробы

В XVII в. голландский ученый Антони ван Левенгук открыл при помощи собственноручно сделанного микроскопа мир невидимых существ. Но еще долго после этого замечательного открытия никому и в голову не приходило связать существование ничтожно малых существ — микробов — с заразными заболеваниями. Знания о болезнях, о причинах эпидемий и мерах борьбы с ними накапливались медленно и постепенно. Одним из основателей науки о микробах (микробиологии) был великий французский ученый Луи Пастер. Он и немецкий ученый Роберт Кох в конце XIX в. разработали методы культуры бактерий и стерилизации сред. Пастер открыл научные способы предохранительных прививок, а Кох открыл возбудителя туберкулеза и холеры. Русский ученый И. И. Мечников внес огромный вклад в учение об иммунитете у животных и человека.

В нашем теле много микробов: в полости рта и носа, в глотке, в кишечнике. Разрушение зубов — результат вредного действия микробов. Толстые кишки — рассадник гнилостных бактерий. По учению И. И. Мечникова, они отравляют нас медленно, но неуклонно, способствуя преждевременной старости. Мечников советовал есть простоквашу и таким образом заселять кишечник молочнокислыми бактериями. В дальнейшем было выяснено, что благотворное действие молочнокислых бактерий простокваши

В конце XVIII в. в Англии проводились прививки оспенной вакцины по методу врача Дженнера. По этому поводу ходило много всяких нелепых слухов о том, что якобы после прививки «коровьей» оспы у людей вырастают рога и т. д. Карикатура того времени высмеивает эти слухи.

кратковременно. Они плохо приживаются в кишечнике человека. Значительно лучше приживаются молочнокислые бактерии, принадлежащие к виду ацидофильной палочки, содержащейся в ацидофилине.

Из микробов, живущих в кишечнике, полезны не только молочнокислые бактерии. Некоторые микробы оказывают благотворное действие на организм, обогащая его витаминами.

Пребывание бактерий в венах, артериях, легких, почках или в других внутренних полостях организма человека или животного безусловно вредно.

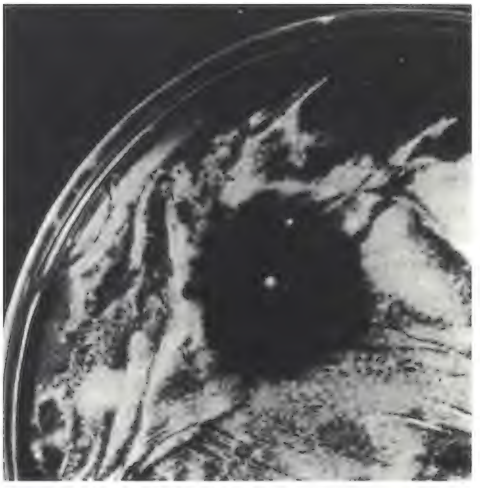
Болезнетворные микробы приспособились к существованию в живой ткани. Проникнув в организм, они начинают там размножаться. Так возникает инфекционное заболевание.

Если болезнь, которая передается от одного человека к другому, вызывает заболевание многих людей, то это уже *эпидемия*. Массовые инфекционные болезни среди животных называют *эпизоотиями*, а среди растений — *эпифитотиями*.

Такими кишечными болезнями, как холера, дизентерия, брюшной тиф, человек заражается не только непосредственно от заболевшего. Возбудители этих болезней могут попасть от больного человека тем или иным путем в воду или в пищу. Поэтому в нашей стране существует строгий врачебный надзор за водой и пищевыми продуктами.

На водопроводных станциях воду сначала направляют в отстойники, а потом пропускают через фильтры из гальки и песка. Чтобы уничтожить микробов, воду хлорируют или обрабатывают ее ультрафиолетовыми лучами.

Холерный вибрион сохраняется в почве около 25 дней, а брюшнотифозная палочка — до 3 месяцев. Споры бациллы сибирской язвы, попав в благопри-



Между микробами разных видов существуют враждебные отношения. Здесь заснят один из эпизодов борьбы микробов. Белое пятнышко на поверхности питательного студня — это колония микробов, выделяющая вещества, вредные для других микробов. Вокруг этого пятнышка — зона смерти. Колонии других микробов выросли лишь на почтительном расстоянии от пятна.

ятные условия, не гибнут в почве годами. Один из самых опасных микробов — возбудитель столбняка — гнездится иногда в удобренной навозом почве. Если в рану или царапину вместе с загрязнением попадает несколько его бацилл, то человеку грозит мучительная смерть. Спасти его может только своевременно сделанная противостолбнячная прививка.

В распространении некоторых заразных заболеваний участвуют многие насекомые и грызуны (см. ст. «Насекомые и клещи — хранители и переносчики возбудителей болезней»). Болезни передаются человеку и от животных. В районах, где скот болеет туберкулезом и бруцеллезом, возбудители этих заболеваний могут распространиться среди людей через сырое молоко. В распространении заразных заболеваний может невольно принять участие и сам человек. Больной дизентерией, брюшным тифом, дифтерией, туберкулезом при малейшей небрежности становится распространителем болезни.

Можно заразиться и от здорового человека. Бывает так: человек заболел брюшным тифом, выздоровел, но в его организме где-то еще сохранились тифозные бактерии. Время от времени они выделяются наружу, и здоровый человек становится невольным сеятелем заразы — бациллоносителем.

В истории человеческого общества немало было эпидемий чумы, холеры, сыпного тифа, оспы. Случалось, и не раз, особенно в старину, что от эпидемий чумы вымирало почти все население страны. Может возникнуть вопрос: почему же в ту пору, когда люди были еще беспомощны в борьбе с разрушительной микробной стихией, не погиб весь род людской? Одна из существенных причин этого заключается в следующем счастливом обстоятельстве, которое позднее установила наука. Оказывается, в организме человека, переболевшего заразной болезнью, возникают особые защитные вещества и образуется *иммунитет*, т. е. невосприимчивость к этой болезни. Невосприимчивость к какому-либо заразному заболеванию зависит и от так называемого врожденного иммунитета.

В тех случаях, когда эти защитные свойства оказываются недостаточными, можно заставить организм производить эти защитные вещества, не подвергая человека или животного заболеванию. Для этого достаточно ввести в его организм мертвые болезнетворные бактерии или живые, но сильно ослабленные. Еще с большим успехом можно использовать для этого микробов, свойства которых искусственным способом изменены.

Из убитых или измененных культур — возбудителей холеры, чумы, брюшного тифа, дизентерии, туляремии — приготовляют замечательные защитные препараты — *вакцины*. Метод применения вакцин особенно плодотворен.

Организм приобретает невосприимчивость лишь спустя несколько дней после того, как в него введена вакцина. Но при некоторых заразных заболеваниях необходима немедленная помощь. В таких случаях применяется *лечебная сыворотка*, получаемая из крови животного, в которой после введения болезнетворных микробов образуются антитела — особые вещества, подавляющие деятельность возбудителя болезни.

В 1871—1872 гг. русские ученые А. Г. Полотебнов и В. А. Манассеин опубликовали исследования о целебных свойствах плесеней. В 1929 г. английский бактериолог А. Флеминг выделил из мицелия особой плесени пенициллa желтые микроскопические кристаллики. Вещество, состоящее из этих кристалликов, было названо пенициллином. Пенициллин способствует быстрому заживлению гноящихся язв и ран. Пенициллином успешно лечат воспаление легких и другие болезни людей, осложнения после ранения, различные заболевания домашних животных.

Вещества, защищающие от невидимых врагов, выделяет не только плесень пенициллa. Различные микроорганизмы, в частности актиномицеты, вырабатывают вещества, угнетающие и даже уничтожающие вредных микробов, не причиняя вреда организму больного. Такие целебные вещества получили общее название *антибиотиков*. Чудесная аптечка антибиотиков все пополняется.

Обработка антибиотиками пищевых продуктов — рыбы, мяса, фруктов — предохраняет их от порчи.

Несмотря на многочисленные исследования по микробиологии водоемов, илов, почв, горных пород,

наши сведения о свободноживущей микрофлоре все еще остаются неполными и противоречивыми. Слишком многообразен мир микробов, и многие из них очень требовательны к условиям своего существования. С помощью светового микроскопа подсчитали число микроорганизмов, взятых из ила озера Коломенское: в 1 г сырого ила оказалось 205 000 000 микробов. (Электронный микроскоп позволяет обнаружить в 10—100 раз больше микробов.) Когда попытались высеять эти микробы на питательной среде, их выжило только 300, т. е. в 735 тыс. раз меньше.

Коренное усовершенствование способов обнаружения и изучения микроорганизмов предложено в труде Б. В. Перфильева и Д. Р. Габе, за который авторы удостоены Ленинской премии в 1964 г. Б. В. Перфильев еще в 1941 г. выдвинул положение, что, создав капиллярные системы с медленно протекающим в них естественным субстратом, мы сможем «обмануть» даже самых привередливых микробов и они будут развиваться в этих стеклянных системах «как у себя дома». С помощью изумительной стеклотехники были созданы самые различные конструкции капилляров с плоскими стенками. Стало возможным выращивать микроорганизмы что называется «не спуская с них глаз», при очень больших увеличениях микроскопа. Капиллярная методика привела к открытию множества новых микроорганизмов, и список их беспрестанно растет.

Трудно отыскать такую точку на нашей планете, где бы не было микроорганизмов. Они деятельно участвовали в грандиозных геологических превращениях. Огромные подземные скопления горючего газа в Узбекистане, несметные залежи нефти в Татарии, горючие сланцы в Эстонии, напластования угля, толщи торфа, подводные горючие сапропели, залежи серы, селитры, клады железа — все это результат деятельности мельчайших живых существ.

География микробов весьма поучительна и увлекательна. Они встречаются на глубине 10—11 тыс. м под толщей океанических вод и в воздушном океане на высоте свыше 20 км.

Ну а выше? Неизмеримо выше — в астрономических далях космоса? Существуют ли в действительности какие-либо простейшие существа на Марсе, Венере, вообще где-нибудь, помимо нашей густо заселенной планеты? Многих ученых XIX и начала XX в. интересовали эти проблемы. В наше время космических полетов этот вопрос приобрел особую злободневность. Можно считать вероятным, что благодаря давлению света мельчайшие, высушенные, но жизнеспособные микроорганизмы перемещаются в космическом пространстве на большие расстояния, преодолевая барьеры ультрафиолетовой радиации, зоны высоких и низких температур. Но прежде чем допускать перелеты микробов, надо знать, существуют ли они на других планетах. Это одна из проблем, которые решает космическая биология.

Вирусы

Наряду с многочисленными болезнетворными бактериями и паразитическими простейшими существуют и другие возбудители заразных болезней человека, животных, растений и даже самих микробов. Они называются *фильтрующимися вирусами* или просто *вирусами*. Одна из отличительных особенностей вирусов в том, что их никак не удавалось репродуцировать, т. е. увеличить в числе вне живой ткани. Поэтому для приготовления различных вакцин приходится культивировать возбудителя оспы на коже живых телят, возбудителя бешенства — в мозгу кролика, а вирус гриппа — в тканях куриного зародыша.

Многие вирусы человека, животных и растений оказалось возможным репродуцировать на отделенных от организма кусочках тканей, которые годами с особой тщательностью выращиваются в специальных прозрачных камерах. За последнее время эта техника достигла необычайных успехов. Стало возможным, например, выращивать отдельные клетки высших растений, а потом из одной-единственной такой клеточки снова вырастить целое растение. Исследователи вирусов немедленно использовали это достижение для того, чтобы выяснить характер взаимоотношений клеток хозяина и вирусов, определить, где, в какой части клетки, при каких условиях происходит возникновение вирусных частиц.

Некоторые из вирусов очень заразны. Один из основоположников русской микробиологии — Н. Ф. Гамалея рассказывал о таком случае из своей практики: «В одной больнице лет 60 назад на втором этаже находились больные оспой, а под ними, на первом этаже,— хирургические больные. Было лето. Для проветривания палат окна открывались настежь. Возбудители оспы со струей воздуха проникли в ниж-

нюю палату, и хирургические больные заболели оспой».

Каждому из нас на горьком опыте известно, как легко заразиться гриппом. Больной гриппом чихнул, и вот вместе со слюной изо рта, как из пульверизатора, разлетаются возбудители болезни. Вы вдохнули воздух, в котором парят на пылинках возбудители гриппа. Через 2—3 дня начинается насморк, ломота в суставах, кашель, озноб, поднимается температура,— значит, вы заболели вирусным гриппом.

Очень быстро распространяется вирус мозаичной болезни табака или томатов. На южных плантациях томатов иногда встречается другое вирусное заболевание — столбур. Переносит столбур с больных растений на здоровые цикадка гиалестус обсолетус величиной с маковое семечко. При этом заболевании вместо ярко-желтых цветочных бутонов на томатах появляются какие-то бледно-зеленые и даже фиолетовые уродцы. На веточках измельченные листочки, а плоды на столбурном кусте уродливые, одеревенелые, несъедобные.

Большинство вирусных заболеваний, и в том числе вирусных болезней растений, хорошо изучено. Однако в ряде случаев наблюдались странные явления: некоторые растения поражались вирусами и тогда, когда все известные пути для доступа вирусных частиц были наглухо закрыты. Ученые выяснили, что «беспричинное» заражение вирусами вызвали присутствовавшие в тканях растений гифы и споры некоторых паразитических грибов. Эти грибы наносили двойной вред: они, как это свойственно грибам-паразитам, внедрялись в ткань растения и, кроме того, переносили вирусные частицы с больного растения на здоровое.

Вред от различных вирусных заболеваний не одинаков. Черная оспа, бешенство, полиомиелит — очень опасные заболевания, корь, скарлатина — тяжелые, а ветряная оспа, краснуха — сравнительно легкие.

Почему вирусы называются фильтрующимися?

Первооткрывателем мира вирусов был русский ботаник Д. И. Ивановский. В 1891—1892 гг. он настойчиво искал возбудителя мозаичной болезни табака. Ученый исследовал жидкость, полученную при растирании больных листьев табака. Процеживал ее сквозь бактериальные фильтры, которые не должны были пропустить ни одной бактерии. Терпеливо накачивал Ивановский сок, взятый из листьев табака,

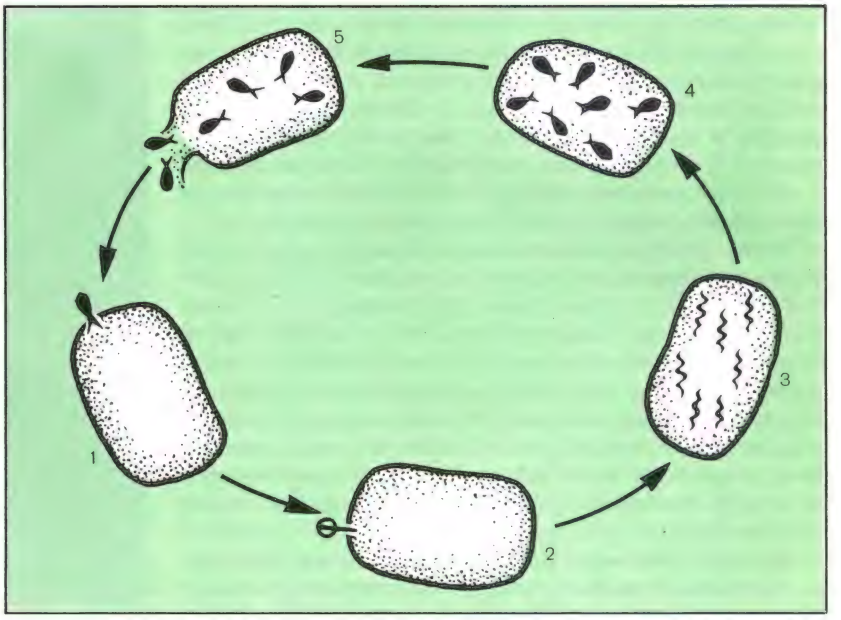
Д. И. Ивановский.

больного мозаикой, в полые бактериальные фильтры из мелкопористого фарфора, напоминающие длинные свечи. Стенки фильтра пропотевали прозрачными капельками, стекавшими в заранее простерилизованный сосуд. Легким втиранием ученый наносил на поверхность табачного листа капельку такого профильтрованного сока. Через 7—10 дней у здоровых до этого растений появились несомненные признаки мозаичной болезни. Капелька профильтрованного сока от зараженного растения поражала мозаичной болезнью любой другой куст табака. Заражение могло переходить от растения к растению без конца, как пламя с одной соломенной крыши на другую.

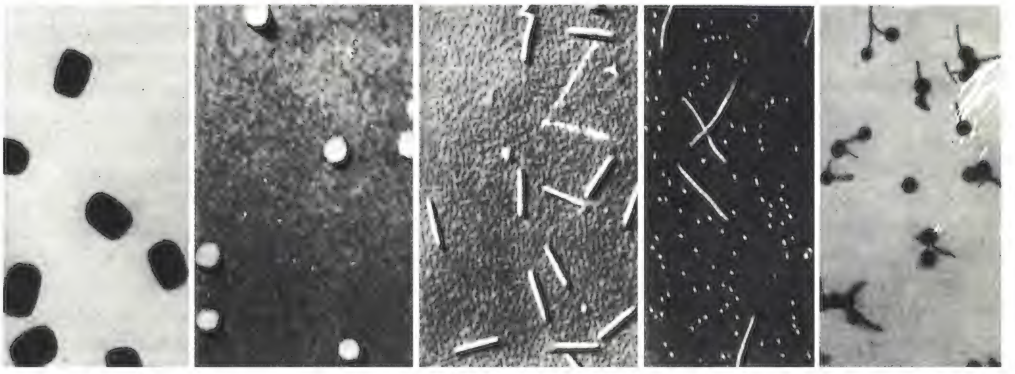
В дальнейшем удалось установить, что и многие другие вирусные возбудители заразных болезней человека, животных и растений способны проходить через бактериальные фильтры. Следовательно, они были меньше самых мельчайших существ — бактерий, их нельзя было разглядеть даже через самые усовершенствованные световые микроскопы. Не сумев их разглядеть, Д. И. Ивановский на основании своих опытов сделал совершенно правильный вывод, что вирусы представляют собой твердые частицы, а не жидкость, как думали другие ученые. Частицы различных вирусов смогли увидеть через много лет, когда был создан электронный микроскоп. Через окошечко электронного микроскопа, дающего увеличение в сотни тысяч раз, удалось разглядеть форму вирусных частиц и определить их размеры.

С помощью электронного микроскопа удалось снять нападение бактериофага на бактерию. На верхнем снимке частицы бактериофага окружили огромную (по сравнению с ними) бактерию. На нижнем снимке от бактерии уже ничего не осталось, а на ее месте — образовавшиеся частицы бактериофага.

Заражение бактерии бактериофагом: *1* — вирус прикрепился к бактерии; *2* — ДНК вируса проникает в клетку бактерии; *3* — внутри клетки вирус начинает самовоспроизводиться (размножаться) за счет содержимого клетки хозяина; *4* — вокруг вирусных частиц образуются новые белковые оболочки; *5* — оболочка клетки лопается, вирусные частицы могут заразить новые бактерии.



Для частиц каждого вируса характерны определенная форма и размеры. На снимках изображены *(слева направо)*: вирус оспы, вирус гриппа, вирус мозаики табака, вирус мозаики картофеля, бактериофаг.



Некоторые вирусы, например вирус мозаики табака, отлагаются в клетках растения в виде крупных шестиугольных кристаллов. Такие вирусные кристаллы можно увидеть и в поле зрения школьного микроскопа.

Электронный микроскоп выявляет сложное строение вирусных частиц. *На снимке:* палочковидные частицы вируса мозаики табака. В каждой частице внутри белковой трубочки находится ниточка нуклеиновой кислоты.

Оказалось, что ширина самой маленькой бактерии в 50 раз больше ширины палочковидной частицы вируса мозаики табака. Диаметр шарообразного вируса ящура не превышает 0,01 мкм, а сам-то микрометр — это ведь 0,001 мм! Диаметр частицы вируса гриппа приблизительно в 10 раз больше диаметра частицы вируса ящура.

Теперь известно более 300 вирусных заболеваний человека и животных и столько же вирусных заболеваний растений. Все они широко распространены на земном шаре. Статистика показывает, что с 1929 по 1934 г. на нашей планете вирусными болезнями — гриппом, корью, полиомиелитом и оспой — болело свыше 25 млн. человек. За это же время бактериальными болезнями — брюшным тифом, дизентерией, дифтерией, коклюшем — болело всего 4 млн. По данным мировой статистики за 1961 г., гриппом, корью и инфекционным гепатитом в странах Европы переболело в пять раз больше людей, чем дифтерией, коклюшем, тифами, дизентерией и другими бактериальными болезнями, вместе взятыми.

Есть вирусы, которые поражают бактерий,— это так называемые *бактериофаги*. Некоторые из них имеют форму головки с хвостиком. Частички бактериофага внедряются в бактериальную клетку, разрушают ее, а сами при этом быстро репродуцируются — умножаются.

Бактериофаги могут применяться для защиты от заразных заболеваний. Дизентерийному больному, например, дают пить жидкость, в которой есть противодизентерийные бактериофаги, уничтожающие дизентерийные палочки в кишечнике. Иногда особые бактериофаги разрушают полезные молочнокислые бактерии и тем самым причиняют немало хлопот на заводах, производящих молочнокислые продукты.

Изучение вирусов — труднейшая задача

Сложную работу ведут ученые, изучающие мир бактерий и других микроорганизмов. Но неизмеримо сложнее труд исследователя вирусов. Чтобы проследить, например, за деятельностью бактерий в клубеньках бобовых растений, микробиологи приготовляют окрашенные срезы — пластинки из ткани этих клубеньков толщиной 2—5 мкм. Бактерии бывают хорошо видны на таком срезе с помощью светового микроскопа. Но даже эти срезы тканей оказывались слишком толстыми для наблюдения за вирусами, поэтому долгое время в электронный микроскоп наблюдали лишь вытяжки из тканей, содержащих вирусы.

В специальных лабораториях есть приборы-автоматы, которые из тканей животных и растений нарезают пластинки толщиной 0,05 мкм и меньше. При современной микроскопической технике можно, например, приготовить 100 срезов из одной клетки бактерии. Рассматривая сверхтонкие срезы в электронный микроскоп, ученые узнают, как вирусы распространяются в организме, как они себя там ведут.

Фильтрующиеся вирусы — одна из наиболее сложных и запутанных загадок природы. В 1935 г. американскому ученому Стенли удалось получить вирус мозаики табака в виде кристаллов. Достаточно ввести в ткань табака или томата ничтожную долю этих кристаллов, даже в виде сильно разбавленного раствора, чтобы произошло заражение. Впоследствии стали получать в кристаллическом виде и другие вирусы растений. Это открытие повлекло за собой новые исследования.

Что же такое вирусы? Одни ученые полагают, что фильтрующиеся вирусы — это живые существа, только еще более мелкие, чем бактерии. Другие считают, что вирусы — просто своеобразные вещества невиданной активности и необычайных свойств. Проникнув в организм, они способны вызвать образование себе подобных. Наконец, третьи ученые утверждают, что вирусы, вызывающие заболевание человека или животных,— живые существа, а вирусы растений — неживые, но очень активные вещества.

Вирусологи в содружестве с биологами, медиками, физиками, химиками упорно стремятся познать природу вирусов. Вот, например, как исследовалось вирусное заболевание клевера, уродующее листья. Единственный переносчик этого заболевания в полевых условиях — насекомое, очень мелкая и юркая цикадка агаллиопсис новелла. Один ученый вскормил цикадку на больном клевере, а потом в течение 5 лет выращивал от этой зараженной цикадки новые поколения на других растениях, не поражаемых вирусом. Таким образом он вырастил 21 поколение. Все подопытные цикадки находились в специальных изоляторах под специальным надзором. И все же они заболели. Следовательно, все они имели единственный источник вируса — первую цикадку, зараженную в начале опыта.

Было подсчитано, что если бы вирус от первой цикадки попал в цикадки двадцать первого поколения, то его разведение (т. е. концентрация вируса в последнем поколении) выражалось бы числом, равным единице с двадцатью шестью нулями, что в действительности немыслимо. Такая концентрация даже для

вируса слишком мала. Однако опыт показал, что в цикадках двадцать первого поколения вирусных частиц имелось больше, чем в первой цикадке. В чем же дело? Оказалось, что вирус, вызывающий уродство листьев клевера и заразивший первую цикадку, способен репродуцироваться не только в организме растения, но и в организме насекомого-переносчика. Следовательно, это насекомое не только переносчик вируса, но и его второй хозяин.

Таким образом было опровергнуто утверждение многих специалистов, что между вирусами животных и растений существуют коренные различия.

В 1957 г. на международной встрече ученых, посвященной вопросу о возникновении жизни на Земле, известный исследователь вирусов Стенли сообщил, что в его лаборатории получены кристаллы вируса полиомиелита — детского спинномозгового паралича. Ученый продемонстрировал на экране кристаллы этого вируса. Значит, вирусы животных и человека, подобно вирусам растений, также могут быть истинными кристаллами. После опытов, осуществленных в лаборатории Стенли в 1957 г., многие вирусы животных получены в кристаллическом виде. Кристаллы, конечно, очень мелкие, обнаружены непосредственно в клетках пораженных тканей и даже в мозгу.

Все вирусы отличаются следующими особенностями: 1) они имеют очень малые размеры тела; 2) не имеют клеточного строения; 3) отличаются относительно простым химическим составом (мельчайшие вирусы состоят только из белка и нуклеиновой кислоты); 4) все вирусы проходят особый цикл развития в организме хозяина; 5) не способны репродуцироваться на искусственных питательных средах; 6) в определенных условиях некоторые вирусы способны кристаллизоваться. Размеры и форма вирусных частиц очень разнообразны. Следует, однако, подчеркнуть их сложное строение и организацию.

Зрелые вирусные частицы (вирионы) способны существовать вне клеток хозяина и очень заразны. Они проникают в клетки восприимчивого хозяина и здесь образуют вегетативные частицы, которые интенсивно репродуцируются. Потом из них возникают вирионы.

Разные вирусы отличаются друг от друга составом белка и составом нуклеиновой кислоты. Очень долго считалось, что вирусы человека и животных содержат только ядерную, дезоксирибонуклеиновую, кислоту (ДНК), а вирусы растений — исключительно протоплазматическую, или рибонуклеиновую, кислоту (РНК). Однако жизнь внесла поправку в эту схему. В настоящее время установлено, что вирусы полиомиелита, гриппа и вирусных болезней насекомых содержат рибонуклеиновую кислоту. Снова удивили бактериофаги. Одни из них содержат дезоксирибонуклеиновую кислоту, а другие — рибонуклеиновую. Кроме того, частицы бактериофагов слагаются в кристаллы. В лабораториях, искуснейшим образом препарируя вирусные частицы, извлекают из белковой оболочки ниточки нуклеиновой кислоты. Опыты показали, что освобожденная от белков нуклеиновая кислота, подобно вирусу, может вызывать заражение.

Сравнительно недавно за рубежом появилось сообщение, которое потрясло ученых. Судите сами. В пробирочку была взята чистая нуклеиновая кислота вируса мозаики табака. Туда добавили осколки от белков одной бактерии. И вот из этих осколков — аминокислот чужеродного белка и рибонуклеиновой кислоты вируса мозаики табака пока еще не объясненным путем возник вирусный белок, в пробирке получился вирус мозаики табака.

За последние годы были очень хорошо изучены строение и химический состав нуклеиновых кислот и выяснено даже, какие именно частицы молекулы нуклеиновой кислоты ответственны за те или иные свойства того или иного вируса. Вслед за этим экспериментаторы научились видоизменять вирусную частицу с помощью чудесной техники.

Советским и зарубежным ученым удалось репродуцировать вирусы в пробирках в очень сложных, но бесклеточных смесях, куда в качестве затравки было внесено чуть-чуть вирусных частиц. Через два-три часа в пробирках оказались тысячи и сотни тысяч им подобных.

Современная наука близка к расшифровке тайн образования мельчайших вирусных частиц. Познание природы вирусов поможет нам не только победить болезнетворных вирусов, но и понять многие другие тайны жизни.

В последнее время ученые выяснили, что ряд заболеваний растений, так называемые желтухи (закукливание овса и др.), а также некоторые заболевания птиц вызывают не вирусы, как думали раньше, а *микоплазмы*.

Микоплазмы крупнее вирусов (0,1—0,2 мкм), они овальной формы, не имеют твердой оболочки и окружены цитоплазматической мембраной. Большинство форм — паразиты, но есть и сапрофитные формы. Размножаются микоплазмы главным образом делением.

Животные

Чем животные отличаются от растений?

Казалось бы, очень простой вопрос. Однако правильно ответить на него не так легко.

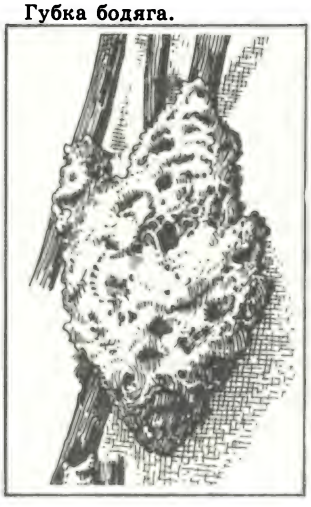
Всякий скажет без колебаний, что кошка, змея, лягушка, ворона — это животные, а пшеница, дуб, ель — растения. Различить их несложно: животные передвигаются, чувствуют и отвечают на раздражения, а пшеница, дуб, ель неподвижны и на раздражения, по-видимому, не отвечают. Но сравните губку бодягу, наросты которой часто покрывают стебли подводных растений, с грибом трутовиком, растущим на стволе березы. Различия между ними не так ясны, хотя губка — животное, а гриб трутовик — растение. И губка и трутовик неподвижны и заметно не реагируют на раздражения.

Вооружимся микроскопом. Среди многих движущихся в воде мелких организмов мы найдем и подобные тем, которые изображены на рисунке. Оба организма на рисунке одноклеточные. И у того и у другого есть жгутики, с помощью которых они быстро передвигаются в воде. Различия между ними в том, что у одного из них внутри цитоплазмы находится зеленый хроматофор с хлорофиллом, а у другого его нет. Вы, конечно, будете правы, приняв за растение зеленое жгутиковое: зеленый пигмент — хлорофилл — характерен для растений. Но ведь немало растений, у которых нет хлорофилла. Таковы, например, грибы.

Многие животные, и не только низшие, ведут неподвижный образ жизни. К ним относятся губки, коралловые полипы, некоторые морские лилии и даже некоторые моллюски, например устрицы, которые прикрепляются к подводным камням. В то же время некоторые низшие растения подвижны, например жгутиковые — обычные обитатели водоемов. Однако в основном значительная подвижность характерна для подавляющего большинства животных. Верно также, что многие растения всю жизнь связаны с почвой, на которой они растут. Но это не значит, что растения полностью лишены способности к движениям (см. ст. «Движения растений»).

То же можно сказать о раздражимости. Животные обладают раздражимостью, и их способность отвечать на раздражение тем больше, чем выше их организация. Но раздражимость, правда в более слабой степени, свойственна и растениям. Комнатные растения надо время от времени поворачивать, так как их стебли наклоняются к свету, а листья обращаются к нему своей поверхностью. У маленького болотного растения росянки (см. ст. «Насекомоядные растения») небольшие ложкообразные листья покрыты железистыми волосками. Стоит мухе или другому мелкому насекомому сесть на листок росянки, как волоски наклонятся к добыче и прилипнут концами

Губка бодяга.



Гриб трутовик.

к телу пойманного насекомого. Раздражимость — первичное свойство цитоплазмы клеток. Поэтому она в различной степени свойственна всем живым существам.

Чем же все-таки растения и животные существенно отличаются друг от друга?

Наиболее существенное различие между животными и растениями в *способе питания*. Зеленые растения получают из внешней среды одни лишь неорганические вещества: воду, минеральные соли из почвы и углекислый газ из воздуха. Из этих неорганических веществ в клетках зеленого растения создаются органические вещества (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»). Такой способ питания называют *растительным* или *автотрофным*.

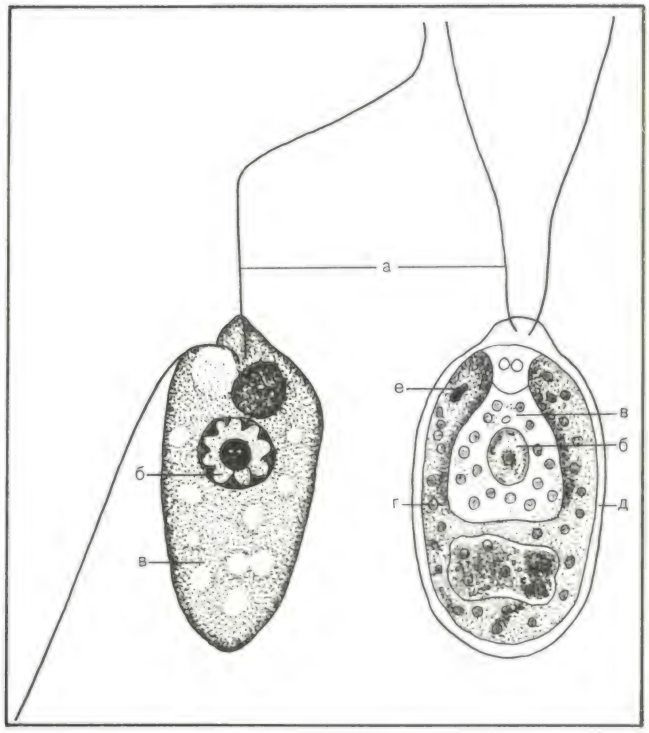
Ни одно животное не может жить за счет неорганических веществ и создавать из них в своем теле органические вещества. В отличие от растений животным необходимы для питания сложные органические вещества: белки, жиры и углеводы, которые они получают, поедая растения или других животных. Такой тип питания называется *животным* или *гетеротрофным*.

Различия в способах питания есть уже у одноклеточных растений и животных, существенно не различающихся степенью развития раздражимости и подвижности.

Среди растений теряют способность синтезировать органические вещества лишь паразиты и те, которые питаются продуктами разложения (гниения) мертвых животных и растений, например грибы. Такой способ питания называется *сапрофитным*.

Характер питания животных, необходимость разыскивать пищу определили развитие у них подвижности. Среди растений, наоборот, подвижны лишь наи-

Простейшие жгутиковые организмы: *слева* — животное, *справа* — растение: *а* — жгутик; *б* — ядро; *в* — цитоплазма; *г* — хроматофоры; *д* — оболочка; *е* — глазок.



более древние из них — одноклеточные и колониальные жгутиковые. Их в одинаковой мере можно считать и растениями и животными, так как у них встречается и растительный и животный тип питания.

Одноклеточные животные перемещаются при помощи ложноножек, жгутиков и ресничек. Неподвижны только паразиты, да и то не все. С развитием многоклеточности и увеличением размеров тела животного передвижение при помощи жгутиков и ресничек становится неэффективным. Наиболее древние многоклеточные животные неподвижны, так как старые способы передвижения мало пригодны, а новые еще не развились. В таком положении оказались все губки и многие кишечнополостные. Только 5% кишечнополостных способны к передвижению — медузы, сифонофоры и гребневики. Гребневики плавают при помощи ресничного эпителия, но их движения очень медленны. Другие кишечнополостные имеют «реактивный двигатель». Например, у медуз сжимающийся колокол выталкивает из-под себя воду, и животное получает толчок вперед. Для такого движения не требуется сильной мускулатуры, и у медуз она составляет 1—2% объема тела. У червей и хордовых развилась сильная мускулатура. Они стали передвигаться, изгибая все тело. Самые высокоорганизованные представители животного мира — члени-

стоногие и наземные позвоночные — двигаются при помощи специальных органов — конечностей. Конечности очень разнообразны по своему строению и могут выполнять разные формы движения.

В связи с активным движением у животных постепенно развивались нервная система и органы чувств. Совершенствовалась их способность чувствовать и отвечать на раздражения.

Животные отличаются от растений развитием приспособлений для схватывания пищи. У амебы для этого служат ложноножки. У инфузорий околоротовые реснички создают непрерывный ток воды со взвешенными в ней частицами в направлении к ротовому отверстию. Гидры, медузы, осьминоги захватывают пищу щупальцами, позвоночные животные — челюстями, вооруженными зубами, или клювом, лапами, у некоторых животных лапы имеют острые когти и т. п.

Сложные органические вещества не могут непосредственно усваиваться животными. Их организм должен был приспособиться переваривать эти вещества. У одноклеточных пища переваривается при помощи ферментов внутри клетки. У губок это происходит внутри клеток энтодермы. У кишечнополостных переваривание идет и в клетках энтодермы, и в полости тела, куда выделяются пищеварительные ферменты. У червей впервые появляется пищеварительная система, которая в процессе дальнейшего развития животных все более усложняется. Исключение представляют некоторые паразиты (см. ст. «Паразиты животных и человека»), живущие в кишечнике других животных и питающиеся переваренной пищей. У них собственный кишечник не развивается.

У плоских червей пищеварительная система ветвится, и благодаря этому питательные вещества разносятся по всему телу. У кольчатых червей эту функцию берет на себя кровеносная система. Кроме того, она разносит от органов дыхания по всему телу кислород и доставляет к ним углекислый газ, который затем выделяется наружу.

Появление специальных органов дыхания — жабр у водных обитателей, трахей и легких у наземных — по сравнению с растениями во много раз увеличивает поверхность, участвующую в газообмене между организмом и окружающей средой. Животное получает благодаря этому больше кислорода, в его теле активнее идет окисление различных веществ, входящих в состав цитоплазмы, и в результате высвобождается большое количество энергии, необходимой для движения и других процессов жизнедеятельности.

У животных есть органы выделения: у позвоночных — почки, у простейших — сократительная вакуоля. Органы выделения удаляют из организма мочевину, мочевую кислоту и аммиак — продукты распада разных веществ, в том числе и белка. У растений сходных отходов образуется немного. Это объясняется типом их питания и отсутствием мышечной активности. Из растительных организмов аммиак не выводится. Путем химических превращений он переходит в безвредные для растения вещества — аспарагин и глутамин. Это кладовые азота, который может быть использован растением вновь при биосинтезе азотсодержащих соединений. Некоторые продукты жизнедеятельности накапливаются у растений в листьях и удаляются при листопаде.

Таким образом, отличия животных от растений по типу питания определяют и все другие их особенности: способность к передвижению, развитие пищеварительной, дыхательной, кровеносной и выделительной систем, нервной системы и органов чувств, различных способов захвата пищи.

Низшие животные и растения меньше отличаются друг от друга, чем высокоорганизованные. Это свидетельствует о единстве происхождения всего живого.

Кроме растений и животных в органическом мире выделяют еще особую группу бесклеточных существ, которую составляют вирусы. Они устроены проще, чем клетки. Вирус состоит из молекулы нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), покрытой снаружи белковой оболочкой.

Размножение в мире животных

Размножение — важнейшее свойство организмов. Без размножения невозможно было бы существование органического мира на Земле. Из статьи «Простейшие» вы можете узнать, как размножаются одноклеточные организмы. В этой статье мы расскажем о размножении у многоклеточных животных. У них существует два способа размножения: *бесполое* (в том числе и *вегетативное*) и *половое*.

Бесполое размножение встречается только у низших многоклеточных: губок, полипов и некоторых

червей. Пресноводный полип гидра в течение всего лета размножается вегетативно — почкованием. На нижней половине тела гидры образуется вырост стенки тела — «почечка», которая растет, появляются рот и щупальца, и, наконец, молодая особь отделяется от материнской особи. Подобным образом размножаются и морские полипы и губки, но у большинства из них молодые особи, образующиеся путем почкования, не отделяются от материнской особи. Так появляются колонии, часто состоящие из очень многих особей. Некоторые черви размножаются путем деления удлиненного тела поперек на две и больше дочерних особей.

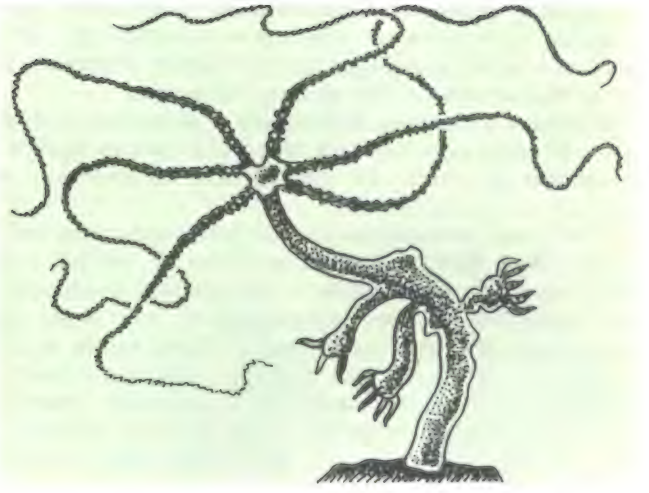
Но чем сложнее строение животных, тем реже свойственно им бесполое размножение. Такие большие группы животных, как моллюски (улитки, ракушки), ракообразные, паукообразные, насекомые и все позвоночные, размножаются только половым способом.

У взрослого животного образуются особые половые клетки: женские — неподвижные *яйцевые клетки (яйцеклетки)* и мужские — подвижные *сперматозоиды*. Половые клетки образуются в особых половых железах. Яйцевые клетки содержат ядро и много цитоплазмы, в которой заключен запас питательных веществ — желток, необходимый для питания зародыша. Они обычно окружены большим или меньшим числом оболочек, имеющих разный состав. Например, яйцеклетка лягушки покрыта тремя студенистыми оболочками. В наиболее сложно устроенном яйце птицы яйцеклетка окружена белком и скорлупой, к которой снизу прилегают тоненькие подскорлуповые оболочки, а сверху — надскорлуповая. Белок — это оболочка, имеющая особое назначение. Он источник воды для развивающегося зародыша. Размеры яйцеклеток зависят прежде всего от количества желтка в цитоплазме. Так, яйцеклетки млекопитающих очень малы, потому что их зародыш развивается внутри материнского организма и питается за счет матери. У рыб, земноводных и особенно птиц яйцеклетки достигают значительно больших размеров, так как у них зародыш питается только теми питательными веществами, которые запасены в яйце.

Как бы ни были малы яйцеклетки, они всегда значительно крупнее сперматозоидов. Даже у млекопитающих, отличающихся небольшими размерами яйцеклетки, она в 10 тыс. раз крупнее сперматозоида. Сперматозоид состоит из головки, несущей ядро, шейки, средней части и хвоста, с помощью которого он передвигается.

Зародыш животного, а затем и молодая особь развиваются из яйца. Развитие зародыша в большинстве случаев начинается после оплодотворения яйцеклетки. При оплодотворении проникший в яйцо сперматозоид сливается с яйцеклеткой и образует с ней единое целое.

Почкующаяся гидра.



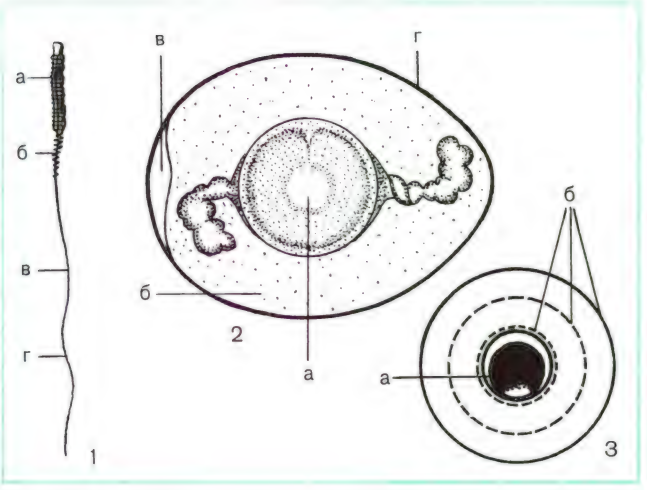
Замечательно, что при созревании половых клеток число хромосом в них уменьшается вдвое — из каждой пары одинаковых хромосом остается одна хромосома. Это значит, что зрелая яйцеклетка и сперматозоид имеют вдвое меньше хромосом, чем другие клетки организма. При оплодотворении же яйцеклетки полное число хромосом восстанавливается. Половина их получена от матери, половина — от отца. Это соотношение остается во всех клетках молодого организма, так как при размножении неполовых клеток число хромосом не изменяется (см. ст. «Клетка»).

Организмы, развившиеся в результате полового размножения, обладают обогащенной наследственностью и более жизнеспособны, особенно в изменяющихся условиях среды.

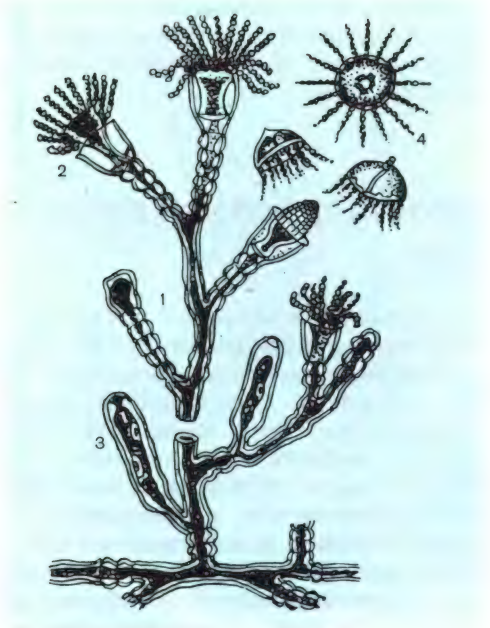
Подавляющее большинство видов животных раздельнополы, т. е. состоят из мужских и женских особей. Однако среди низших животных немало таких видов, у которых и женские и мужские половые железы имеются у одной и той же особи. Таких животных называют *гермафродитами* (сравни с однодомными растениями). К гермафродитам относятся многие плоские черви: ленточные черви (например, бычий и свиной солитер), а также черви, объединяемые в группу сосальщиков (например, печеночный сосальщик).

У некоторых животных, в том числе у ряда насекомых, часть яиц может развиваться без оплодотворения. Это явление называется *партеногенезом*. Так, например, в южных широтах на кустарниках и де-

Половые клетки животных: *1* — сперматозоид чайки, *а* — головка, *б* — шейка, *в* — средняя часть, *г* — хвост; *2* — яйцо чайки, *а* — яйцеклетка, содержащая желток, *б* — белок, *в* — воздушная камера, *г* — скорлуповая оболочка; *3* — икринка лягушки, *а* — яйцеклетка, *б* — слизистые оболочки.



Гидроид: *1*, *2* — часть колонии с отдельными особями; *3* — медузная почка; *4* — отделившиеся медузы в различных положениях.



ревьях можно найти любопытных насекомых — палочников. У некоторых видов палочников самцы неизвестны, а самки выводятся из неоплодотворенных яиц. У других животных, например у дафний и некоторых тлей, партеногенез существует наряду с обычным половым размножением. У пчел из неоплодотворенных яиц выводятся только трутни. В последнее время партеногенез обнаружен и среди позвоночных животных: у отдельных подвидов кавказской скальной ящерицы и у североамериканских ящериц тейид.

В некоторых случаях развитие яйца может вызывать проникновение в него чужих сперматозоидов. Так, у серебряного карася часто встречаются однополые популяции, в которых самцы отсутствуют. Яйца этого вида начинают развиваться после того, как в них проникает сперматозоид другого вида рыбы (золотого карася, линя, карпа). Однако при этом ядро сперматозоида не сливается с ядром яйцеклетки, т. е. настоящего оплодотворения не происходит. Сперматозоид служит лишь раздражителем, побуждающим яйцо к развитию.

Смена, или чередование, поколений у животных

У некоторых животных, как и у гидры, периодически сменяются две формы размножения: бесполое и половое. Родственные гидрам морские гидроидные полипы некоторое время размножаются почкованием, при этом у большинства видов дочерние полипчики не отделяются и образуют ветвистые колонии. Время от времени на колонии появляются особые почки, из которых развиваются не полипчики, а маленькие колоколообразные медузки. Медузки отрываются от колоний и плавают. У них развиваются половые железы, в воде происходит оплодотворение, а из оплодотворенных яиц выходят на свет гидроидные полипы. Образование плавающих стадий — медуз — имеет большое значение в жизни гидроидных полипов. Оно обеспечивает расселение вида, потому что маленькие медузки могут уноситься морскими течениями далеко от места своего рождения.

Чередование поколений — бесполого и полового — характерно также и для губок.

Особенно интересна, однако, сложная смена поколений у тлей. Например, у черемухо-овсяной тли ряд партеногенетических поколений чередуется с обоеполыми.

Самка черемухо-овсяной тли откладывает осенью на черемуху оплодотворенные яйца, которые зимуют. Весной из этих яиц вылупляются бескрылые самки — «основательницы». Они размножаются партеногенетически и производят многочисленное потомство, развивающееся в крылатых самок, называемых эмигрантами. Они покидают черемуху и в начале лета перелетают на поля, где растут хлеба. Здесь крылатые самки-«эмигранты» снова партеногенетически производят бескрылое поколение самок, размножающихся таким же способом. К осени они рождают уже крылатое поколение самцов и самок. Кры-

латые самки-«реэмигранты» снова перелетают на черемуху. Здесь они партеногенетически производят бескрылых самок, которые и откладывают зимующие оплодотворенные яйца.

Интенсивность размножения у животных

Как быстро размножаются и какое по численности потомство оставляют различные животные? Большое число рыб и насекомых ежегодно производят поистине гигантское потомство. Так, например, треска выметывает ежегодно до 9 млн. икринок. Но есть животные, потомство которых очень невелико. Так, самка слона рождает одного детеныша за несколько лет. Интенсивность размножения в жизни вида приобретает огромное значение. Вырабатывается она в процессе эволюции данного вида путем естественного отбора в борьбе за существование. Каждый вид животных существует в природе до тех пор, пока его численность держится на определенном уровне. Если численность вида из года в год уменьшается, вид вымирает.

Почему же, однако, у разных видов так различна интенсивность размножения? Рассмотрим это на некоторых примерах. Упомянутая уже нами самка трески за один нерест мечет миллионы икринок. Мальки трески совершают длительное путешествие из Северного в Баренцево море (см. ст. «Рыбы-путешественницы»). За время пути они почти полностью погибают, и к месту нагула из миллионов приходят лишь считанные единицы.

Рассмотрим другой пример огромной плодовитости. Самка аскариды откладывает в сутки до 100—200 тыс. оплодотворенных яиц. Заражение человека происходит тогда, когда он вместе с загрязненной пищей проглатывает яйца аскариды. Однако для развития яиц этого червя необходимы многие условия. На первых стадиях развития они нуждаются в кислороде для дыхания и должны оставаться 12—15 дней вне организма хозяина. Наиболее благоприятные условия они находят для себя во влажной почве. Безусловно, большое число яиц, отложенных аскаридой, погибнет, не достигнув человека.

У животных развились разные формы заботы о потомстве, что снижает смертность молодых. Плодовитость вида в связи с этим снижается. На севере живут любопытные рыбки колюшки. Так называемая трехиглая колюшка выметывает не более 200 икринок. И все же даже такое количество икринок достаточно для сохранения численности вида. Ведь колюшки строят гнезда, в которых и откладывают икринки. Пока икринки развиваются, рыбы охраняют свои гнезда.

У млекопитающих развитие зародыша происходит внутри материнского организма, где он находит для себя наиболее благоприятные условия существования. Поэтому у млекопитающих численность потомства гораздо ниже, чем у животных, развитие которых происходит во внешней среде. Однако и у млекопитающих интенсивность размножения различна. Наиболее плодовиты грызуны, у которых в отличие от других млекопитающих очень высокая смертность. Численность их в природе меняется (см. статьи «Животный мир зоны степей», «Как живут в природе растения и животные»). Регулируется она благодаря автоматически действующим физиологическим механизмам. Когда число животных на единицу площади достигает определенной величины (различной для каждого вида), начинают усиленно работать надпочечники; их деятельность, влияя на гипофиз, сначала подавляет, а затем полностью прекращает размножение.

На размножение животных влияет и существующая у них иерархия. Среди них есть животное А, которое расправляется со всеми своими собратьями, первым поедает лучший корм и захватывает самых плодовитых и упитанных самок. Ниже стоит животное Б, которое сносит взбучки только вожака и расправляется с остальными, и т. д. На нижней ступени этой иерархической лестницы оказывается животное, которое терпит побои от всех, кормится только украдкой и лишено возможности спариваться. Замечено, что если в клетку ввести 15% посторонних крыс взамен 15% только что изъятых, то прирост поголовья сразу же прекратится. Это должно быть связано с тем, что при подобной замене отношения господства и подчинения оказываются сильно нарушенными.

Таковы разнообразные приспособления, поддерживающие численность вида у различных животных на определенном уровне и не позволяющие ему исчезнуть с лица Земли.

Простейшие

Велико многообразие органического мира. Среди населяющих Землю животных много и таких, тело которых состоит только из одной клетки. Их насчитывается примерно 20—25 тыс. видов. Они настолько малы, что их можно рассмотреть лишь в микроскоп. Таких животных называют простейшими.

Мир простейших ученые открыли в XVII в. В голландском городе Дельфте жил и работал замечательный ученый Антони ван Левенгук. Он изготовил микроскоп, дававший очень большое для того времени увеличение — до 200 раз. За многие годы исследований Левенгук и другие ученые открыли большое число мелких организмов, целый неведомый до сих пор мир малых существ. Среди них были и бактерии, и простейшие животные, и одноклеточные водоросли. Но были и более высокоорганизованные, хотя и очень мелкие, многоклеточные организмы.

Правильное представление о простейших сложилось только в XIX в. В это время в биологии было сделано замечательное открытие. Было доказано, что тела всех животных и растений состоят из большого числа клеток. Тогда одноклеточных животных выделили в самостоятельный тип, противопоставив их многоклеточным.

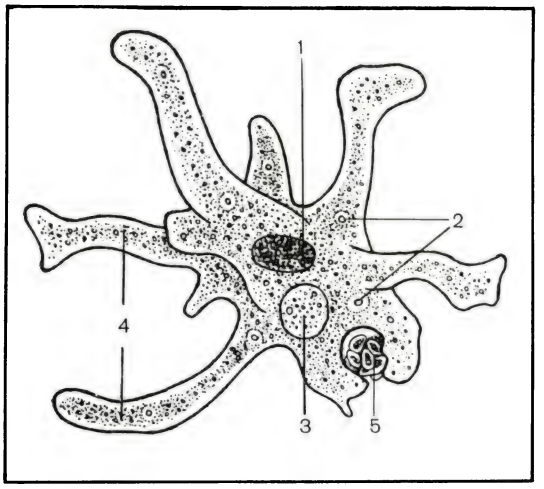
Клетка простейшего существенно отличается от клеток многоклеточных животных. Она представляет собой самостоятельный организм, выполняющий все функции, свойственные живому существу,— передвигается, дышит, питается, отвечает на внешние раздражения и размножается.

Различные клетки многоклеточных животных приспособлены к определенному виду деятельности и не могут существовать самостоятельно вне организма. У простейших к разным видам деятельности приспособлены не различные клетки, а различные части единой клетки. Эти части клетки, в отличие от органов многоклеточных животных, называют *органеллами* (уменьшительное от слова «орган»).

Строение и жизнь простейших

По своему строению простейшие чрезвычайно разнообразны. Наиболее мелкие имеют в поперечнике 2—4 мкм (микрометр равен 0,001 мм). Наиболее обычные их размеры в пределах 50—150 мкм, некоторые достигают 1,5 мм и видны простым глазом.

Самое простое строение у амебы. Тело амебы представляет собой комочек полужидкой цитоплазмы с



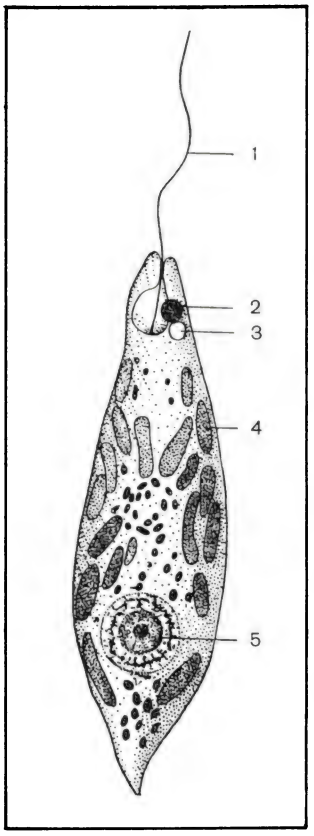
Амеба протей: *1* — ядро; *2* — пищеварительные вакуоли; *3* — сократительная вакуоля; *4* — ложноножки; *5* — непереваренные остатки пищи, выбрасываемые наружу.

ядром посередине. Вся цитоплазма подразделена на два слоя: наружный, вязкий — эктоплазму и внутренний, гораздо более жидкий — эндоплазму. Эти два слоя не резко разграничены и могут превращаться друг в друга. У амебы нет твердой оболочки, и она способна изменять форму тела. Когда амеба ползет по листу водного растения, у нее в том направлении, куда она двигается, образуются выпячивания цитоплазмы. Постепенно в них перетекает остальная цитоплазма амебы. Такие выпячивания названы ложноножками или псевдоподиями. С помощью псевдоподий амеба не только передвигается, но и захватывает пищу. Псевдоподиями она охватывает бактерию или микроскопическую водоросль, вскоре добыча оказывается внутри тела амебы, и вокруг нее образуется пузырек — пищеварительная вакуоля. Непереваренные остатки пищи через некоторое время выбрасываются наружу.

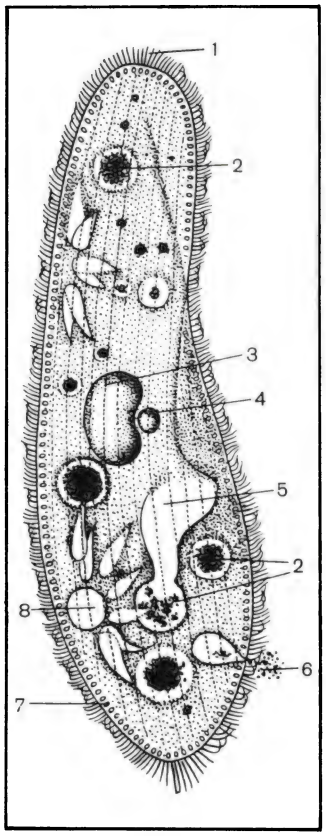
В цитоплазме амебы обычно бывает виден светлый пузырек, который то появляется, то исчезает. Это сократительная вакуоля. В ней собирается избыток воды, накапливающийся в теле, а также жидкие продукты жизнедеятельности амебы. Дышит амеба, как и все другие простейшие, всей поверхностью тела.

Самое сложное строение из простейших у инфузорий. В отличие от амебы тело их покрыто тончайшей оболочкой и имеет более или менее постоянную форму. Поддерживают и определяют форму тела также опорные волоконца, проходящие в разных направлениях. Однако тело инфузорий может быстро сокращаться, менять свою форму, а затем возвращаться к исходной. Сокращение осуществляется при помощи особых волоконец, аналогичных во многом мышцам многоклеточных животных.

Эвглена зеленая:
1 — жгутик; *2* — глазное пятнышко;
3 — сократительная вакуоль;
4 — хроматофоры; *5* — ядро.



Инфузория туфелька:
1 — реснички;
2 — пищеварительные вакуоли; *3* — большое ядро (макронуклеус);
4 — малое ядро (микронуклеус);
5 — ротовое отверстие и глотка;
6 — непереваренные остатки пищи, выбрасываемые наружу;
7 — трихоцисты;
8 — сократительная вакуоля.



Инфузории могут очень быстро передвигаться. Так, туфелька за секунду преодолевает расстояние, превышающее длину ее тела в 10—15 раз. При этом множество ресничек, которые покрывают все тело инфузории, совершают быстрые гребные движения, до 30 в секунду (при комнатной температуре). В эктоплазме у туфельки располагается множество палочек-трихоцистов. При раздражении они выбрасываются наружу, превращаясь в длинные нити, и поражают противника, нападающего на инфузорию. Вместо выброшенных в эктоплазме образуются новые трихоцисты. На одной стороне приблизительно посередине тела у туфельки имеется глубокая ротовая впадина, ведущая в небольшую трубковидную глотку. По глотке пища попадает в эндоплазму, где переваривается в образовавшейся пищеварительной вакуоле. У инфузорий в отличие от амеб непереваренные остатки пищи выбрасываются в определенном месте тела. Сократительная вакуоля у них более сложно устроена и состоит из центрального резервуара и проводящих каналов. У инфузории имеются ядра двух типов: большое — макронуклеус и малое — микронуклеус. У некоторых инфузорий может быть несколько макро- и микронуклеусов. Макронуклеус отличается от микронуклеуса значительно большим числом хромосом. А следовательно, в нем содержится очень много дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), входящей в состав хромосом.

Простейшие передвигаются не только при помощи ложноножек и ресничек. Жгутиковые могут передвигаться при помощи жгутиков. Чаще всего жгутик совершает вращательное движение (от 10 до 40 оборотов в секунду). Жгутиковые при этом не только передвигаются вперед, но и вращаются вокруг своей оси. У грегарин, паразитирующих в кишечнике насекомых, из заднего конца тела выделяется слизь. По-видимому, она выбрасывается наружу с известной силой по принципу ракетного двигателя, благодаря чему грегарина движется вперед.

Разнообразны типы питания простейших. Большинство из них гетеротрофны, т. е. питаются органическими веществами, но среди жгутиковых встречаются и автотрофные формы, которые образуют органические вещества из неорганических.

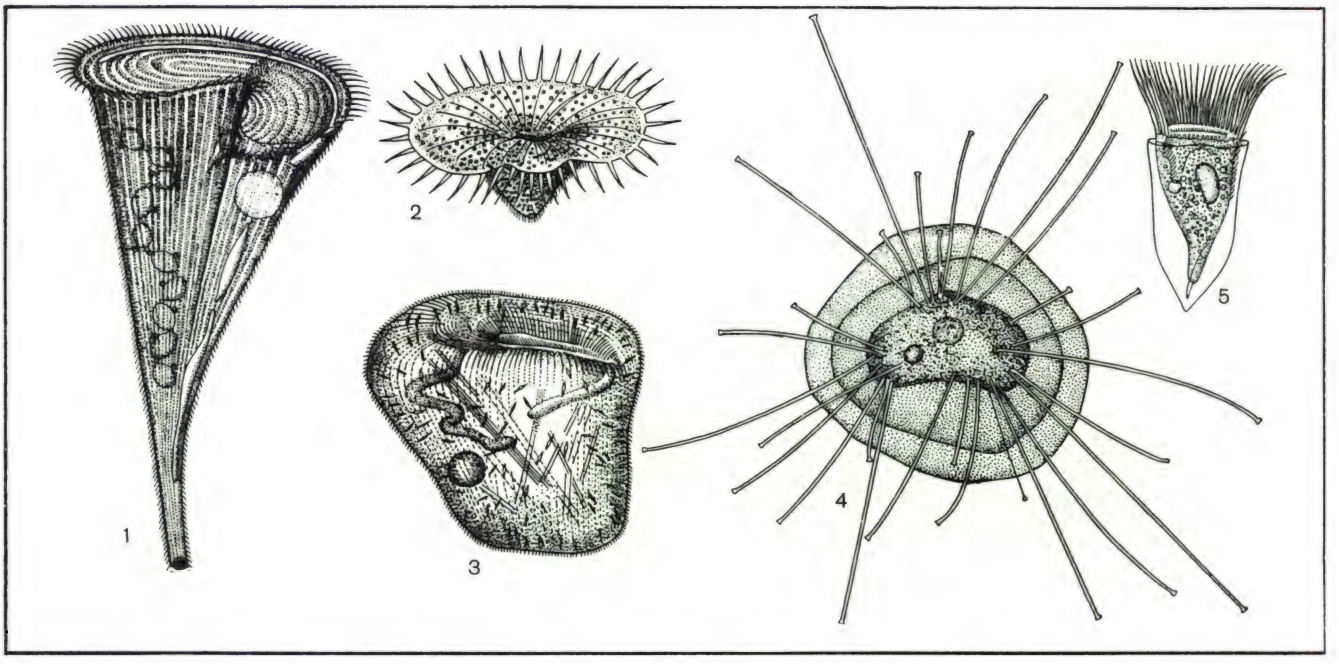
Существование таких организмов, которые могут питаться и как животные и как растения, указывает на то, что эти две резко обособившиеся в дальнейшем ветви органического мира происходят из одного корня. Своеобразный мир жгутиковых еще не разделился на растительные и животные организмы.

Гетеротрофные простейшие, в свою очередь, тоже не однотипны. Они бывают и голозойными (питаются растениями, животными и их частями), и сапрофитными (питаются продуктами разложения растительных и животных организмов), и паразитическими организмами.

Простейшие обитают в самых различных условиях. Большинство из них населяют пресные или соленые водоемы. Одни живут здесь в толще воды, другие — у самого дна, третьи — в толще донного грунта. Много видов простейших живут в почве, в тончайшей пленке воды, окружающей почвенные частицы и заполняющей капиллярные просветы в почве. Очень многие простейшие ведут паразитический образ жизни.

Простейшие обладают раздражимостью и потому способны выбирать для себя наиболее благоприятные условия среды, реагируя на свет, тепло, различные химические вещества, электрический ток, магнитное поле и другие раздражители.

При неблагоприятных условиях, например когда водоем высыхает или промерзает, простейшие принимают шарообразную форму, теряют реснички или жгутики, образуют на своей поверхности твердую оболочку и превращаются в неподвижную цисту. Цисты простейших выживают и при высыхании и



Различные виды инфузорий:
1 — инфузория трубач;
2—5 — планктонные инфузории.

при резких изменениях температуры. Цисты легко переносятся ветром, с травой, сеном и т. п., что способствует расселению вида. Если циста оказалась в подходящих условиях, оболочка ее лопается или же в ней появляются отверстия, и организм переходит к активному существованию.

Размножение простейших

Простейшие размножаются бесполым и половым способами. При бесполом размножении ядро, а затем и цитоплазма делятся на две части. У одних деление происходит вдоль, у других — поперек тела. У некоторых сначала несколько раз делится ядро, а затем соответственно числу ядер разделяется и цитоплазма.

Размножаются простейшие очень быстро. Так, туфелька при 20° становится за сутки вполне взрослой и делится. Одна инфузория за 10 дней может дать 1024 «потомка».

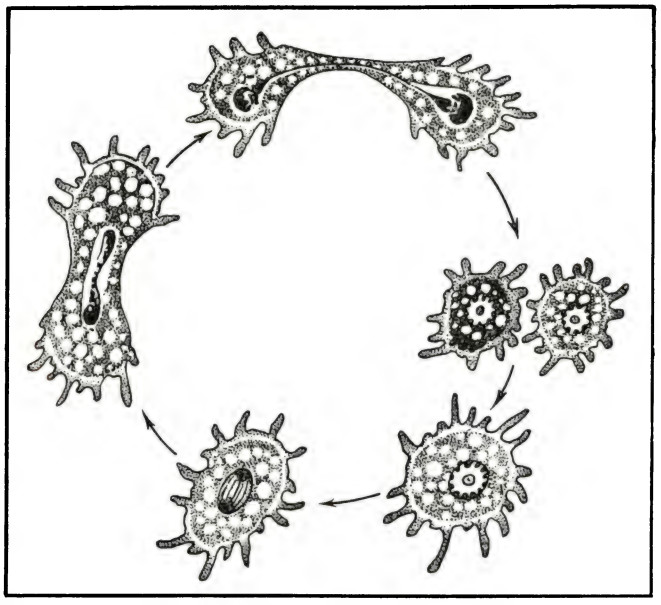
Половое размножение простейших происходит также по-разному. Суть его заключается в слиянии ядер и цитоплазмы двух различных организмов — отцовского и материнского. Развивающаяся молодая особь получает половину наследственных свойств от одного организма, половину от другого и обладает более разнообразной наследственной изменчивостью. Это повышает возможности животного приспосабливаться к условиям окружающей среды.

Многие простейшие имеют не одну, а несколько форм размножения, которые могут закономерно чередоваться друг с другом. В результате получается сложный цикл развития, отдельные части которого могут протекать в разных условиях среды.

Своеобразное половое размножение у инфузорий получило название *конъюгации*. Две инфузории прикладываются друг к другу брюшными сторонами и остаются в таком положении некоторое время (туфельки при комнатной температуре в течение 12 ч). При этом макронуклеус растворяется в цитоплазме, а микронуклеус неоднократно делится. Часть ядер, образовавшихся при делении, разрушается, и в каждой инфузории оказывается по два ядра. Одно остается на месте, а другое перемещается из одной конъюгирующей инфузории в другую и сливается с ее неподвижным ядром. В результате образуется сложное ядро. Это и есть не что иное, как процесс оплодотворения, после которого конъюганты расходятся. В дальнейшем сложное ядро делится, и часть продуктов этого деления путем преобразований превращается в макронуклеус, другие образуют микронуклеус.

Процесс конъюгации не сопровождается делением клетки, т. е. размножения инфузорий в полном

Последовательные фазы размножения амебы делением.



смысле этого слова не происходит. Обновляется лишь их ядерный аппарат. Благодаря этому, как и всегда при половом размножении, увеличивается разнообразие наследственных свойств организма и повышается его жизнеспособность.

При длительном бесполом размножении у инфузорий наблюдается снижение уровня обмена веществ и замедление темпа деления. После конъюгации происходит восстановление нормального состояния организма. Это достигается благодаря тому, что обновляется макронуклеус, контролирующий все основные жизненные процессы. В результате полового размножения происходит как бы «омоложение» организма.

Значение простейших в природе и жизни человека

Простейшие — источник питания для других животных. В морях и в пресных водах простейшие, прежде всего инфузории и жгутиковые, служат пищей для мелких многоклеточных животных. Черви, моллюски, мелкие ракообразные, а также мальки многих рыб питаются преимущественно одноклеточными. Этими мелкими многоклеточными, в свою очередь, питаются другие, более крупные организмы. Самое большое из когда-либо живших на Земле животных — голубой кит, как и все другие усатые киты, питается очень мелкими ракообразными, населяющими океаны. А эти рачки питаются одноклеточными организмами. В конечном счете существование китов зависит от одноклеточных животных и растений.

Простейшие — участники образования горных пород. Рассматривая под микроскопом размельченный кусочек обыкновенного писчего мела, можно видеть, что он состоит преимущественно из мельчайших раковинок каких-то животных. Морские простейшие (корненожки и радиолярии) играют весьма важную роль в образовании морских осадочных горных пород. В течение многих десятков миллионов лет их микроскопически мелкие минеральные скелеты оседали на дно и образовывали мощные отложения. В древние геологические эпохи при горообразовательном процессе морское дно становилось сушей. Известняки, мел и некоторые другие горные породы в значительной мере состоят из остатков скелетов морских простейших. Известняки с давних пор имеют огромное практическое значение как строительный материал.

Изучение ископаемых остатков простейших играет большую роль в определении возраста разных слоев земной коры и нахождении нефтеносных слоев.

Борьба с загрязненностью водоемов — важнейшая государственная задача. Простейшие — показатель степени загрязненности пресных водоемов. Каждому виду простейших животных необходимы для существования определенные условия. Одни простейшие живут только в чистой воде, содержащей много растворенного воздуха и не загрязненной отходами фабрик и заводов; другие приспособлены к жизни в водоемах средней загрязненности. Наконец, есть и такие простейшие, которые могут жить в очень загрязненных, сточных водах. Таким образом, нахождение в водоеме определенного вида простейших дает возможность судить о степени его загрязненности.

Простейшие — возбудители болезней человека и животных. Среди простейших очень многие ведут паразитический образ жизни. Они поселяются в различных органах человека и животных и часто бывают причиной тяжелых заболеваний. К болезням, вызываемым простейшими, относятся, например, малярия и кожный лейшманиоз (см. ст. «Насекомые и клещи — хранители и переносчики возбудителей болезней»).

Итак, простейшие имеют огромное значение в природе и в жизни человека. Одни из них не только полезны, но и необходимы; другие, напротив, опасны.

Животные Арктики и Субарктики

Север Евразии и Северной Америки, острова Северного Ледовитого океана занимают безлесные пространства Арктики (зоны арктических пустынь) и Субарктики (тундровой зоны). Своеобразны природные условия, своеобразен и животный мир этих зон. Летом здесь подолгу солнце не заходит за горизонт. Оно непрерывно странствует невысоко над обтаявшей тундрой, над гладью морских вод, над ледяными полями. Это особенно поражает человека, впервые попавшего в высокие широты. Ночью здесь, как и днем, с цветка на цветок перепархивают бабочки, летают, кормятся и поют птицы.

С приходом лета и полярного дня многие животные начинают вести деятельную жизнь в течение большей части суток, а иногда даже круглые сутки. Например, мелкие зерноядные птицы спят в середине летней ночи подчас всего лишь 1—2 ч. Морские птицы — обитатели птичьих базаров — деятельны как днем, так и ночью.

Летом многие животные, особенно птицы, имеют в Арктике и Субарктике важные преимущества. Удлиняя на несколько часов свой «рабочий день», птицы здесь нередко откладывают большее число яиц и выращивают больше птенцов, чем их сородичи, обитающие южнее; птенцы часто растут быстрее и раньше оставляют гнезда. Но для животных, ведущих ночной образ жизни, круглосуточный день представляет немалые неудобства. Очевидно, поэтому в Заполярье отсутствуют, например, летучие мыши, хотя корма — комаров и других мелких насекомых — для них здесь было бы вполне достаточно.

Зимой солнце в Заполярье подолгу вовсе не показывается над горизонтом. Заснеженную сушу и льды лишь временами освещает луна или разноцветные вспышки полярных сияний. Те из животных, которые отваживаются зимовать здесь, вынуждены использовать для добывания корма сумерки или приспосабливаться к поискам добычи в темноте.

И птицы и звери даже летом ощущают на Крайнем Севере недостаток тепла. Они приспособились экономно его расходовать и защищаться от холода. Гуси и утки, защищая яйца от охлаждения, выстилают гнезда слоем пуха. Особой известностью из северных уток пользуется обыкновенная гага, гнездящаяся колониями (в СССР — по побережьям Белого, Балтийского и Баренцева морей). Пух, выщипанный этой уткой с груди и живота, по праву считается лучшим теплоизолирующим материалом. Его издавна собирают из гнезд, а затем используют в изделиях, которые должны быть очень легкими и теплыми. Упругий слой этого ценнейшего рыжевато-серого пуха лежит под яйцами. Сходя с гнезда, гага прикрывает яйца пухом также и сверху, чтобы они не охладились и их не растаскали хищники.

Кайры — самые распространенные обитатели птичьих базаров — шумных колоний морских птиц на обрывистых скалистых берегах северных морей. Они откладывают всего лишь одно крупное зеленое или голубое яйцо. И насиживают его почти беспрерывно. Перед тем как покинуть карниз скалы и улететь в море, птица передает яйцо «супругу» (или «супруге»), уже ожидающему своей очереди насиживать. Поэтому в верхней, обогреваемой кайрой части яйца поддерживается температура около 38—39°. Однако нижняя часть яйца, хотя и лежит на лапах птицы, сильно охлаждается, и температура ее может опускаться до 5 и даже 1°.

Не менее интересно приспособление к защите яиц и птенцов от холода у белой совы, широко распространенной по всей тундровой зоне. Эти птицы начинают размножаться в тундре одними из первых, еще при 20—30-градусных морозах. Отложив на промерзшую землю, без подстилки, первое яйцо, самка уже не слетает с гнезда. Кормом — мелкими грызунами — в это время ее снабжает самец. Яйца (7, 8 и даже 9) она откладывает через день, и поэтому вывод птенцов в гнездах сов сильно растягивается. В этом есть большой биологический смысл. После того как старшим совятам исполнится 10—12 дней и потребности потомства в пище возрастут, самка, предоставив насиживать яйца и согревать птенцов их старшим братьям и сестрам, сама вместе с самцом начинает ловить и приносить птенцам добычу.

Сам облик арктических животных свидетельствует о непрестанной борьбе с холодом. Густой, очень длинный мех полярной лисицы — песца, белого медведя, северного оленя, густое и плотное оперение кайр и других морских птиц или, наоборот, очень рыхлое, задерживающее много воздуха оперение белой совы, толстый слой подкожного жира у тюленей предохраняют животных от потери тепла. Очень густой и плотный мех или оперение животные надевают осенью, накануне прихода долгой суровой зимы.

Сохранять тепло многим арктическим животным помогает и компактное телосложение. Для них характерны небольшие размеры выступающих частей тела — короткие ноги, уши, у птиц — клювы. (Сравните, например, песца и лисицу.) Крупные размеры всего тела многих арктических обитателей также дают им преимущества в экономии тепла.

Большинство зверей и птиц зимой имеют белую или очень светлую окраску. У некоторых, например у белой совы или белого медведя, она сохраняется

Белый медведь
с пойманной нерпой.
Песец. Лемминг
(сверху вниз).

круглый год. Биологический смысл этого явления толкуется различно. Такая окраска нередко считается покровительственной, помогающей хищникам охотиться, а их жертвам укрываться от опасности. Считают также, что светлоокрашенные животные излучают меньше тепла и не так сильно остывают. Однако все это не совсем верно. Белая сова, например, настолько выделяется летом на фоне бесснежной тундры, что считать ее окраску покровительственной нет никаких оснований. Как было установлено, побеление меха или оперения связано с усиленным выделением животными тепла, что, конечно, очень важно в условиях Заполярья.

В Арктике и Субарктике долго держится очень плотный снежный покров. Зимой здесь неделями бушует пурга. С силой перенося тучи твердого и колючего снега, ветер оголяет возвышенные участки, наметает в низинах сугробы. Снежный покров лишает большинство арктических птиц возможности добывать корм на суше. Поэтому основная масса птиц прилетает и отлетает почти в те же сроки, когда сходит и появляется снег. Зимующие в тундре белые куропатки часто держатся вблизи стад северных оленей. В поисках своего основного зимнего корма — лишайников олени разрывают сильными копытами снег, обнажают почву и тем оказывают куропаткам большую услугу.

Для арктического пейзажа характерен и лед, сковывающий на большую часть года поверхность морей, озера и реки. Ледяная преграда лишает многих животных возможности добывать корм в воде. Поэтому сроки появления и схода льда на пресноводных водоемах определяют время прилета и отлета всех водоплавающих птиц, на море — морских птиц.

Но снег и лед доставляют животным в Заполярье не только неудобства. Без снега и льда немыслима нормальная жизнедеятельность некоторых здешних видов, особенно зверей, например нерпы. Этот широко распространенный и самый многочисленный в арктических морях тюлень на льду отдыхает и почти не покидает ледяных полей в период линьки, длящийся весной более месяца. Зимой нерпа устраивает отдушины — отверстия во льду, через которые она дышит. В снегу нерпа выкапывает просторное жилище, где укрывается от холода и белых медведей. В подснежном убежище нерпа рождает и выкармливает свое потомство (см. ст. «Морские звери»).

Не менее нуждается во льдах и снежных наносах основной враг нерп — белый медведь. Вся жизнь этого хищника, особенно самца, проходит в скитаниях по ледяным полям. Среди льдов он чувствует себя наиболее уверенно, легко преодолевает вплавь широ-

Моржи. Гренландский тюлень. Гага обыкновенная *(сверху вниз).*

Кайра. Розовая чайка. Белая сова *(сверху вниз).*

кие разводья, находит путь через, казалось бы, непроходимые нагромождения торосов. Медведицы проводят часть года на суше. Осенью они выходят на гористые арктические острова (в Советской Арктике особенно часто на остров Врангеля). Выбрав укромное место в лощине или на склоне холма, самка ложится в неглубокую яму в снегу, предоставив дальнейшие заботы по устройству крова пурге. Пурга наметает над медведицей большой сугроб. В нем она окончательно достраивает берлогу, проводит всю зиму, рождает и кормит молоком медвежат. Весной вместе с подросшими малышами мать уходит на морские льды и продолжает прерванное осенью путешествие.

Кроме белого медведя и нерпы для Арктики особенно характерны из зверей морж и нарвал. Морж — крупнейшее из обитающих в СССР ластоногих животных. У самцов и у самок есть бивни, при помощи которых животные распахивают илистый морской грунт, добывая свой основной корм — моллюсков. Нарвал — крупный дельфин — проводит круглый год среди арктических льдов. Главная его особенность — длинный, прямой бивень, развивающийся только у самцов (назначение бивня до сих пор остается неясным).

Когда приходит зима и выпадает снег, наступает относительно спокойная и обеспеченная жизнь для леммингов — самых характерных для тундры мелких грызунов. Летом они становятся добычей многих зверей и птиц. Ими питаются и выкармливают потомство песцы и белые совы, горностаи и чайки. Даже белый медведь, если он оказывается на суше, ловит и поедает леммингов. Осенью эти грызуны переселяются в низины и проводят зиму под покровом снега, в теплых, свитых из стеблей трав гнездах. Здесь, под снегом, они хорошо обеспечены кормом — различными растениями — и успешно размножаются.

Морской лед делает доступными для наземных зверей острова. По ледяным мостам, например, заходят на отдаленные острова Северного Ледовитого океана песцы и даже северные олени. По льду замерзших рек в начале зимы песцы откочевывают на юг.

Нетрудно заметить, что условия жизни животных в Заполярье резко изменяются в зависимости от сезона. Летом в этих краях хотя и недостаточно тепла, но много корма; это время года вполне благоприятно для жизни и размножения многих животных. Однако трудности жизни зимой подчас сводят на нет эти преимущества. Этим и определяется видовой состав животного мира, сезонные изменения в его облике.

Среди наземных позвоночных животных Арктики и Субарктики преобладают птицы. Здесь постоянно обитают и размножаются свыше 90 видов их, в то время как число видов наземных зверей не превышает 20. И это, конечно, не случайно. Пернатые в первую очередь могут воспользоваться дарами арктической природы, вовремя, с наступлением сурового голодного периода, покинуть эту страну, а весной быстро сюда вернуться.

Собственно Арктику населяет относительно небольшое число птиц, немногим более 30 видов. Из них наиболее типичны белая чайка, люрик, некоторые кулики. Гнездятся здесь также обыкновенные гаги, обитатели птичьих базаров — кайры, чистики и некоторые чайки, белые гуси и черные казарки, из воробьиных — пуночки. Впрочем, всех их можно встретить и южнее, в Субарктике.

Белая чайка — белоснежная птица средних размеров — населяет лишь крайние северные участки суши. Она удивительно неприхотлива в выборе мест гнездовий и кормов: гнездится колониями и отдельными парами, на скалистых морских берегах и на равнинах, питается и рыбой, и леммингами, и морскими выбросами, которые ей удается находить на суше или льду. Зимой она нередко сопровождает белых медведей и кормится остатками медвежьей добычи. Люрики — самые мелкие (немного больше воробья) и самые подвижные обитатели арктических птичьих базаров. Тысячи их шумными стаями вьются у скалистых берегов и каменных россыпей, среди которых люрики устраивают гнезда. Как и кайры, это морские птицы, они кормятся мелкими морскими ракообразными.

Белые гуси и черные казарки — самые «северные» гуси. Первые обитают в СССР преимущественно на острове Врангеля, где гнездятся громадной колонией. Вторые размножаются на многих арктических островах и участках материкового побережья.

Пуночку полярники нередко называют арктическим воробьем. Действительно, в Заполярье это обычный спутник человека. Она устраивает гнезда в каменных россыпях, но охотно поселяется также в поселках, на полярных станциях, используя для устройства гнезда застрехи домов, поленницы дров и другие укрытия.

Жизнь в Субарктике намного богаче и разнообразнее. Здесь особенно многочисленны виды уток и гусей, куликов, чаек. Только в Субарктике обитают, например, гага-гребенушка, краснозобая и белощекая казарки, розовая чайка. Очень характерны для этой зоны своеобразные чайки-поморники.

Гаги-гребенушки обитают во всей Субарктике, преимущественно в приморских ее районах. Самка

этого вида одета в скромный серый наряд, но самец весной окрашен чрезвычайно ярко, имеет на клюве большой красный «гребень». Краснозобые казарки — самые мелкие и пестрые по окраске гуси земного шара — населяют лишь тундру Западной и Средней Сибири. Они гнездятся небольшими колониями, под защитой (вблизи гнезд) пернатых хищников, преимущественно соколов. Белощекие казарки, гнездящиеся также колониями,— обитатели крайнего запада Советской Субарктики. Розовые чайки распространены в гнездовое время лишь на северо-востоке Якутии, зимуют же они на полыньях Северного Ледовитого океана. Поморники — птицы средних размеров, в буром оперении. Они кормятся леммингами, яйцами и птенцами птиц и в какой-то мере заменяют малочисленных в тундре пернатых хищников.

Из зверей для Субарктики особенно характерны лемминги, песцы, северные олени. Встречаются здесь и некоторые широко распространенные животные, например волк и горностай.

Довольно богат и разнообразен мир насекомых Субарктики, особенно многочисленны здесь комары и шмели, играющие большую роль в опылении тундровых растений.

Животный мир севера Евразии и Северной Америки различается мало. Подавляющее большинство зверей и птиц свойственно арктическим пустыням и тундрам обоих материков. Некоторые животные представлены близкими видами. Таковы, например, очень схожие мелкие, иногда размером лишь с воробья, кулики-песочники. Эти малоприметные рыжеватые или сероватые птички весной очень оживляют тундру своим пением. Белохвостый песочник, распространенный на севере как одного, так и другого материка, вообще считается лучшим певцом среди местных пернатых.

Видов, свойственных только американскому Северу и не имеющих ближайших родственников в Евразии, немного. Из птиц к ним относятся гуси канадские казарки, а также некоторые кулики и мелкие воробьиные. Только лишь на севере Северной Америки и в Гренландии обитает овцебык. Самец-овцебык достигает 400 кг. Эти крупные копытные животные очень неприхотливы к кормам и способны легко переносить сильные морозы и пургу и поэтому населяют самые северные участки суши. Овцебыки обитают даже там, где северные олени жить не могут. Они поедают, за редким исключением, любые арктические растения. Густой и очень длинный мех хорошо защищает их от холода и ветра. Большую часть года эти животные держатся стадами и совершают лишь небольшие перекочевки. Заметив волков, взрослые быки окружают кольцом стадо, выставив вперед рога. Внутри этой неприступной крепости укрываются коровы и телята. Мясо и шерсть овцебыков высоко ценятся. Предполагается акклиматизировать этих животных в Советской Арктике.

Облик животного мира Арктики и Субарктики резко изменяется не только по сезонам года, но и в отдельные годы. Если в тундре случается «урожай» леммингов, усиленно размножаются питающиеся ими песцы, белые совы, поморники. В такие годы успешнее размножаются также и гуси, куропатки, кулики. Прямо с леммингами они не связаны, но, хорошо обеспеченные кормами, хищники обращают меньше внимания на их яйца и птенцов.

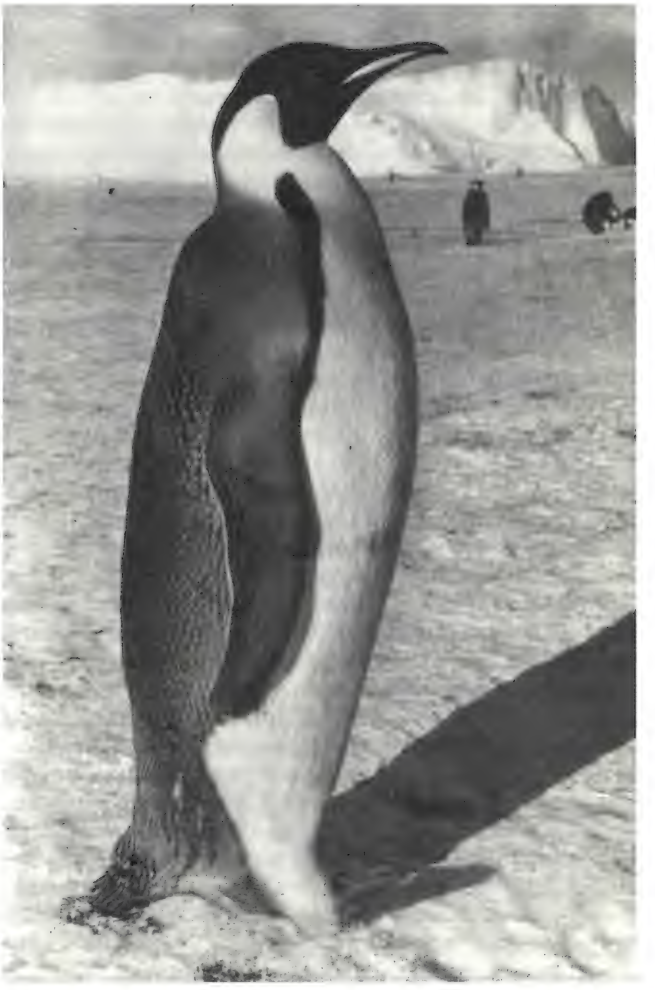
Животные Антарктики

Большой материк Антарктиды, по площади равный Австралии и Европе, вместе взятым, покрыт мощным слоем вековых льдов и снегов. Скалы обнажаются только там, где сильные ветры сметают снег и тонкий его слой в летние месяцы исчезает. Но площадь обнажающейся суши очень мала — меньше 4% всей территории материка. Кроме того, она так сильно промерзает в течение большей части года, что даже летом ее могут использовать только самые неприхотливые растения — малочисленные водоросли, мхи и лишайники. На участках, занятых этой растительностью, найдены только три вида мелких беспозвоночных животных. Не нашлось ни одного вида птиц или зверей, которые могли бы жить на суше за счет этой скудной пищи.

Все птицы Антарктики, по существу, океанические, так как на закованной льдом суше практически нет корма, а кроме того, здесь нет и прибрежной мелководной полосы моря, которая могла бы прокормить птиц мелководий. Океанические птицы приспособлены к добыванию пищи в море, постоянно в большей или меньшей степени покрытом льдами, и к гнездованию на суше, где свободно от льда очень ограниченное пространство. Число видов антаркти-

Тюлень-крабоед.

Императорский пингвин.



ческих птиц (14—15) очень невелико даже по сравнению с Арктикой. На Новой Земле, например, их 80 видов. Но численность каждого вида достаточно велика, и летом берега Антарктики полны жизни.

Кроме птиц у побережий Антарктики обычны четыре вида тюленей, из которых один — морской леопард — типичный хищник, питающийся рыбами, головоногими моллюсками и морскими птицами, главным образом пингвинами. Крупный тюлень Уэдделла питается рыбами, кальмарами; он хорошо приспособлен к жизни на прибрежных участках моря, покрытых льдом, так как умеет выгрызать и поддерживать отверстия во льду, необходимые для дыхания. Тюлень-крабоед назван так потому, что питается преимущественно рачками эуфаузиидами, похожими на небольших креветок. Зимой он встречается среди многолетних льдов. Летом, когда прибрежные воды освобождаются от льда, крабоеды большими стаями выходят на берега материка. Четвертый вид тюленя — тюлень Росса — встречается редко и плохо изучен.

Эуфаузииды, которых китобои называют «крилл», в огромном количестве населяют поверхностные воды южного ледовитого океана, что привлекает множество стад китов, пелагических птиц и рыб. Эти «планктонные пастбища», места откорма китов,— самый важный в мире район современного китобойного промысла, в то же время это и район сосредоточения морских птиц, питающихся отходами при разделке китов на плавучих базах. При кормежке китов, при трении льдин одна о другую и перевертывании айсбергов мириады ракообразных, таких, как крилл и другие рачки, получают повреждения и выносятся на поверхность воды, льда или берега. Они-то и становятся легкой добычей птиц.

Из птиц в фауне Антарктиды и лежащих севернее островов наиболее многочисленны виды трубконосых — глупыши, антарктические и снежные буревестники, качурки, капские голубки и др. Интересно, что среди этих птиц держатся и стаи нашей полярной крачки, гнездящейся в Арктике, но улетающей на зимовку, к началу антарктического лета, за Южный полярный круг! Крачка находит здесь благоприятные условия и каждый год дважды совершает гигантские перелеты над океанами, через весь земной шар.

Самые интересные птицы Антарктики, бесспорно, пингвины — нелетающие птицы с крыльями, превратившимися в ласты (наподобие ластов тюленей), удобные для ныряния и плавания. Два вида полярных пингвинов населяют прибрежную часть по всему материку (вокруг полюса): огромный им-

ператорский пингвин и пингвин Адели, средних размеров. Большую часть жизни они проводят в море. В своих странствиях пингвины проходят большие расстояния, питаясь на «планктонных пастбищах» поверхностных течений.

Период насиживания и выкармливания птенцов у такой крупной птицы, как императорский пингвин, очень растянут, а уход птенцов на море необходимо приурочить к летним дням. Поэтому кладка яиц начинается среди зимы, гораздо более жестокой, чем зима Арктики. Императорский пингвин кладет одно яйцо и насиживает его, держа на лапах и стоя на морском льду. Вылупившегося пушистого, но беспомощного птенца подобным же образом держит и согревает один из родителей, в то время как другой ходит за пищей к далеким разводьям среди льдов. Подросших птенцов эти пингвины собирают в большие группы, и в воспитании их принимают участие все взрослые птицы, включая и холостых, которые иначе остались бы «не у дел». В этих своеобразных «детских садах» пингвинята сбиваются в плотные кучки. При плохой погоде и жестоком леденящем ветре они стоят, тесно прижавшись друг к другу, сохраняя таким образом тепло.

Взрослые пингвины неутомимо ходят, а при плотном снеге или гладком льде они быстро скользят лежа на брюшке и отталкиваясь ластами. Возвращаясь с моря или преследуемые морским леопардом, они стремительно несутся по воде и легко выскакивают на береговой уступ или лед. Прыжок, как бы он труден ни был, всегда заканчивается точным «приземлением» на обе лапы.

Эти два вида пингвинов образуют гнездовые колонии в сотни и тысячи пар. Пингвинов Адели так часто заносит снегом при насиживании яиц или при линьке оперения, что сама пурга в конечном счете оказывается для них защитой. Они ухитряются не задохнуться под снегом, все время расчищая клювом отверстие наружу. Большинство видов пингвинов живут все же не в Антарктике, а значительно севернее — на островах Субантарктики и даже в умеренном поясе у берегов южной оконечности Африки, Австралии, Новой Зеландии и Южной Америки. История происхождения этих нелетающих птиц полностью связана с Южным полушарием.

«Антарктика представляет собою мрачный край, где многое пугает и отталкивает,— пишет один новозеландский исследователь,— но она оставляет у людей, посетивших ее, немало светлых воспоминаний, среди которых можно упомянуть непередаваемую красоту снежного буревестника, реющего над лабиринтом разводий льда, и монотонно повторяющееся однообразие гнездового периода пингвинов, показывающего большую силу, приспособленную к выживанию в стране, где человек до сих пор имел лишь временные стоянки».

Обитатели лесов

Животные евразийской тайги

Тайга — это хвойные леса, покрывающие громадные пространства на севере Европы и Азии и Северной Америки. О животных, обитающих в лесах Северной Америки, мы расскажем особо. Познакомимся сначала с фауной тайги Евразии.

Животный мир тайги не так богат и разнообразен, как фауна широколиственных лесов. Из млекопитающих здесь водятся лось, кабарга, белка, белка-летяга, бурундук, заяц-беляк, бурый медведь, рысь, колонок, горностай, ласка. Типичные таежные птицы — это глухарь, уральская неясыть, ястребиная сова, мохноногий сыч, трехпалый дятел, кедровка, снегирь, белокрылый клест и клест-еловик. Есть в тайге и пресмыкающиеся — обыкновенная гадюка, живородящая ящерица, а на южных окраинах тайги встречается змея щитомордник. Из земноводных широко распространен четырехпалый тритон, встречаются остромордая и травяная лягушки.

Из-за суровости климата условия жизни в тайге сложны. Но таежные животные хорошо приспособлены к ним. У многих зверей зимой отрастает густой и длинный мех. А снежный покров для некоторых животных служит хорошим убежищем, в нем они устраивают временные жилища. Например, заяц-беляк и тетерев ночуют, зарывшись в снег, а в сильные морозы, метели остаются там и на день.

Глубокий и рыхлый снежный покров в тайге затрудняет передвижение животных. Однако многие звери и к этому приспособились. У зайца-беляка, рыси и росомахи широкие лапы. Кроме того, зимой на лапах у них вырастают длинные жесткие волосы,

Лось и бурый медведь.

и они ходят по снегу не проваливаясь. Своеобразны приспособления к жизни в тайге и у некоторых птиц. Например, у глухаря и рябчика пальцы оторочены роговидной бахромой. На зиму эта бахрома отрастает и помогает птицам удерживаться на обледенелых ветвях деревьев.

Тайга богата запасами корма не только в летнее, но и в зимнее время. Северные олени раскапывают снег и достают из-под него лишайник ягель. Зайцы-беляки питаются корой деревьев и кустарников. Основной же корм многих таежных животных — семена хвойных деревьев, в особенности кедровые орехи. Их едят не только птицы, белки, бурундуки и другие грызуны, но и некоторые хищники: медведи, соболи, а иногда даже лисы и росомахи.

Хотя и богата тайга кормом, но добывать его в зимнее время не так-то легко. Поэтому у таежных обитателей развились разнообразные приспособления, позволяющие им переживать это суровое время года. Так, белки и птички кедровки собирают на зиму запасы корма, а медведи и барсуки впадают в спячку. Бурундук осенью запасает корм, зимой спит. Свои запасы он поедает весной после пробуждения.

Летом в питании таежных животных большую роль играют грибы и ягоды; мелкие и средние хищники охотятся на грызунов.

Один из самых характерных представителей таежной фауны — лось для своего поселения выбирает низменные места с молодой порослью лиственных пород. Особенно любит он старые гари, лесосеки, побережья лесных рек и озер, болотистые топи. Питаются лоси молодой хвоей, древесной листвой, побегами, корой деревьев и кустарников и околоводными растениями. Поражает способность этих больших зверей жить в болотах, нередко в настоящих трясинах, где не пройдет ни лошадь, ни человек. Ходить по болотам им помогает особое устройство копыт. На каждый квадратный сантиметр поверхности широкого копыта лося приходится всего около 400 г веса животного, что и дает лосю возможность передвигаться по заболоченным участкам тайги. Кроме того, огромная сила лося позволяет ему быстро и легко вытягивать ноги из топкой и вязкой почвы. Сила животного проявляется и в его прыжках: он свободно перепрыгивает четырехметровые канавы и двухметровые изгороди. Благодаря своей силе взрослый лось не боится волков. Он становится спиной к дереву, и волк в одиночку не рискнет приблизиться к его передним ногам.

В северных частях тайги обитают северные олени. Зиму они проводят в лесу, а летом перекочевывают на открытые места, на моховые болота, на берега рек и озер. В горных районах олени поднимаются выше леса, где находят обильные корма и спасаются от гнуса — кровососущих насекомых.

Самое мелкое лесное копытное животное — кабарга из группы оленей. У кабарги нет рогов, но сильно развиты верхние клыки. У самцов они выдаются далеко наружу. Питается кабарга преимущественно древесными лишайниками. У самца на брюшной стороне есть мешочек, содержащий мускус — особое вещество с сильным запахом, которое используется в парфюмерии.

Наиболее ценный пушной зверь — соболь обитает в самых глухих частях тайги, чаще всего на участках, поросших высокими деревьями, заваленных буреломом и валежником, пересеченных ручьями и речками. Любит соболь также непролазные заросли кедрового стланика на каменистых осыпях горных отрогов. После того как эти заросли покроет толстый слой снега, соболь находит в них прекрасное убежище от своих врагов, и добыть его там почти невозможно.

Соболь неохотно лазает по деревьям и свои гнезда устраивает под древесными корнями, в дуплах, расположенных невысоко от земли, или в расселинах скал. Соболь отличается привязанностью к однажды избранному им для жизни участку таежного леса.

Другой мелкий таежный хищник — колонок распространен почти по всей тайге. Особенно много этих зверьков в юго-восточной Сибири и на Алтае. Колонок устраивает норы под пнями, валежником и камнями. Питается он мелкими грызунами, птицами, лягушками, рыбой, разоряет птичьи гнезда, поедая яйца.

К таежным хищникам относится и рысь. В Сибири это единственный вид дикой кошки. Как и большинство кошачьих, она ведет наземный образ жизни, но прекрасно лазает по деревьям. Питается рысь в основном грызунами, зайцами, а иногда нападает даже на крупных зверей.

Опасен и другой своеобразный таежный хищник — росомаха. Это неуклюжее, внешне напоминающее медведя животное принадлежит к семейству куньих. В основном оно питается падалью, но охотится иногда на таких крупных животных, как косули и северные олени. Быстро бегать за ними росомаха не может, но обладает такой поразительной выносливостью, что способна загнать до полного изнеможения этих великолепных бегунов. Большую часть года росомаха ведет бродячий образ жизни и поэтому постоянного убежища не имеет. Отдыхает она где придется: между камнями, в пещерах, дуплах деревьев, в густой чаще.

Интересен характернейший зверек таежных лесов — белка-летяга, обитающая в самых глухих уголках тайги среди высокоствольного леса. Внешне она напоминает обыкновенную белку, но по бокам тела кожа у нее образует покрытую мехом складку. Во время прыжка эта складка растягивается и позволяет зверьку совершать планирующий полет на значительные расстояния. Свои гнезда этот зверек устраивает в дуплах.

В болотистые районы юга сибирской тайги завезли из Северной Америки ценного пушного зверя — крупного грызуна ондатру. Ондатра питается водяными растениями, а норы роет на берегах водоемов либо строит над водной поверхностью из стеблей растений так называемые хатки. Большую часть времени хорошо акклиматизировавшийся в тайге зверек проводит в воде в поисках корма.

Птицы, обитающие в тайге, по-своему приспособлены к таежным условиям. Особенно интересны клесты. Питаются они почти исключительно семенами хвойных деревьев. О пристрастии к такому корму свидетельствует строение клюва клеста. Концы надклювья и подклювья этой птицы перекрещиваются и образуют своеобразный инструмент, позволяющий легко извлекать семена из шишек ели, лиственницы и даже сосны. Клесты выкармливают своих птенцов не насекомыми, как это делает большинство мелких птиц, в том числе и зерноядных, а измельченными семенами. В отличие от всех других северных птиц, клесты выводят птенцов зимой, когда на хвойных деревьях много шишек со зрелыми семенами.

Важную роль в жизни многих таежных птиц играют дятлы. Тайга бедна естественными дуплами, и некоторые птицы устраивают гнезда в дуплах, выдолбленных ранее дятлами. Самые характерные дятлы тайги — это желна, или черный дятел (самый крупный из дятлов нашей страны), и трехпалый дятел, имеющий на лапке не четыре, как у всех других дятлов, а только три пальца.

В тайге обитают различные виды сов. Среди них особенно интересна ястребиная сова. Другие совы — ночные птицы, а ястребиная сова охотится и в дневное время. Питаются все таежные совы мелкими и средними млекопитающими и птицами.

Богата тайга и водоплавающими птицами. Наиболее тесно связана с тайгой утка-гоголь. Большинство водоплавающих птиц устраивают гнезда вблизи водоемов на земле. Однако половодье на северных реках, как правило, позднее. Полая вода в период гнездования заливает огромные пространства, поэтому у гоголя выработалось особое приспособление. Эта утка устраивает свои гнезда высоко над землей — в дуплах деревьев, до которых не достает вода при разливах рек.

В тайге живут два вида пресмыкающихся — гадюка и ящерица, и оба они отличаются тем, что рождают живых детенышей, а не откладывают яйца,

Кабарга. *Внизу* — росомаха.

Глухарь. *Внизу* — рысь.

Белка. Бурундук. Соболь *(сверху вниз).*

Филин. *Внизу* — заяц-беляк.

как другие представители этой группы. Такая особенность таежных гадюк и ящериц — приспособление к холодному климату.

В тайге очень много различных комаров и других кровососущих двукрылых насекомых — так называемого гнуса. Для их развития условия там благоприятны: личинки выводятся и развиваются в многочисленных болотах, озерах и других водоемах; обычное в тайге безветрие способствует их развитию. Очень много в тайге клещей. Некоторые виды клещей очень вредны и даже опасны, так как переносят заразные болезни.

Тайга изобилует ценными промысловыми зверями и птицами. Поэтому там сильно развит охотничий промысел.

На первом месте в пушном промысле стоит белка. Ее мех теплый, легкий и красивый. Второе место принадлежит зайцу-беляку. Таежная лисица также отличается хорошим мехом, но здесь этот зверь редок. Большое значение в пушном промысле имеют колонок и горностай. Мех соболя — один из лучших видов пушнины. Прежде этого зверька в тайге хищнически истребляли неумеренной охотой. В настоящее время у нас в стране проведена большая работа по восстановлению былого распространения соболя и увеличению его численности. Немалое значение для охотничьего промысла в тайге имеют птицы: рябчики, глухари, белые куропатки, утки, гуси. В пределах таежной зоны широко развито и рыболовство. Наибольшее промысловое значение тут имеют сиги (муксун, ряпушка, нельма), налим, щука, омуль, окунь.

Животные смешанных и широколиственных лесов Евразии

Примерно на линии Ленинград — Казань тайга переходит в смешанный лес. К югу и западу от этой линии хвойные породы постепенно вытесняются широколиственными. Так же постепенно меняется и животный мир.

В смешанном лесу мы находим и многих таежных животных: зайца-беляка, лося, белку, белку-летягу, глухаря. Но обитают там также животные, типичные для широколиственных лесов: благородный олень, кабан, косуля.

В широколиственном лесу значительно больше, чем в тайге, различных древесных пород. Здесь много кустарников и часто встречаются поляны. Животный мир в этих лесах также богаче и разнообразнее, чем в тайге. Из птиц здесь преобладают насекомоядные и зерноядные. Белки в этих лесах питаются не семенами хвойных деревьев, а орехами лещины, семенами липы, клена и других лиственных пород, желудями. Желуди — излюбленная пища кабанов. Едят желуди медведи и другие звери и птицы.

Наиболее типичные для широколиственных лесов звери: лесная кошка, бурый медведь, лесная куница, черный хорь, норка, ласка, белка, несколько видов соней. Из птиц здесь особенно многочисленны зеленый дятел, пестрые дятлы (большой, средний и малый), голубь-вяхирь, иволга, зяблик, лесной жаворонок, синицы — большая и лазоревка, черный и певчий дрозды, западный соловей, зарянка. С юга в широколиственные леса проникают некоторые степные животные: заяц-русак, хомяк, серая куропатка.

Из пресмыкающихся в широколиственных лесах водятся зеленая и живородящая ящерицы, веретеница, медянка и обыкновенная гадюка, а из земноводных — травяная и остромордая лягушки, квакша.

Еще в прошлом веке в широколиственных лесах Европы обитали в значительном числе огромные дикие быки — зубры. Они населяли лесные области Центральной Европы и северо-запада России. Хищническая охота и войны привели почти к полному их истреблению. Огромная работа проведена в нашей стране по восстановлению численности зубров. Чистокровные зубры содержатся и успешно размножаются в заповедниках Беловежская пуща и Приокско-Террасном. Сейчас численность зубров в СССР значительно возросла. Питаются зубры травами, почками, листьями и корой лиственных деревьев.

Водились раньше в зоне широколиственных лесов и речные бобры. Мех этих зверей ценится чрезвычайно высоко, поэтому они с давних пор служили объектом усиленного промысла и в начале XX в. были почти полностью уничтожены. Сейчас у нас в стране эти звери охраняются законом. Ведутся работы по их расселению. Бобры живут на тихих лесных речках, берега которых густо заросли лиственными деревьями. Питаются они древесными побегами и корой, а из ветвей строят свои жилища — хатки, из стволов и ветвей — плотины, которыми перегораживают русло реки, устраивая искусственные заводи. Размер хаток различен. Они служат бобрам многие годы, ежегодно ремонтируются, достраиваются и иногда достигают огромных размеров. Так, в Воронежском заповеднике есть хатка, высота которой 2,5 м, а диаметр основания — 12 м. Но обычно они меньше: 1—1,5 м высотой и 3 м в диаметре.

Наиболее удивительные сооружения бобров — плотины. Зверьки устраивают их на случай сильного понижения уровня воды в реке. Готовая плотина настолько прочна, что человек может свободно перейти по ней с одного берега на другой. Длина плотин бывает разной — 15—20, 50 м, а в Северной Америке есть бобровая плотина, достигающая 652 м в длину, 4,3 м в высоту при ширине основания 7 м и по гребню 1,5 м.

Очень много в широколиственных лесах кротов. Большую часть времени они проводят под землей, в глубоких норах и ходах. Питаются кроты преимущественно насекомыми и их личинками, червями и другими беспозвоночными животными. Зимней спячки у кротов нет, так как и в это время года для них достаточно пищи под землей. Многочисленные в широколиственных лесах ежи также питаются в основном беспозвоночными животными.

В бассейнах Волги, Дона, Урала обитает крайне своеобразный зверек — выхухоль. Большую часть времени он проводит в воде, в прибрежных норах. Из органов чувств у выхухоля лучше всего развиты осязание, обоняние и слух. Осязает он при помощи особых волосков на мордочке и передних лапках. Мордочка его вытянута в виде подвижного хоботка, на конце которого расположены ноздри. Иногда, прежде чем выплыть на поверхность, выхухоль выставляет свой хоботок и, поворачивая его во все стороны, обнюхивает воздух. В случае опасности он сам может долго оставаться под водой, дыша при помощи выставленного над поверхностью хоботка. Питается выхухоль червями, пиявками, моллюсками, водяными насекомыми и их личинками. Выхухоль — очень ценное животное: он обладает высококачественным мехом. Численность этого зверька в настоящее время ничтожно мала, и охота на него сильно ограничена.

В зоне лиственного леса много летучих мышей, которых почти нет в тайге. Они ведут ночной и сумеречный образ жизни и питаются почти исключительно насекомыми.

Характерные обитатели лиственного леса — сони (орешниковая, садовая, лесная и полчок), впадающие на зиму в глубокую спячку. Они питаются плодами, желудями, орехами, ягодами и насекомыми. Излюбленные места их обитания — густой подлесок и кустарники. Живут сони в дуплах деревьев или строят гнезда на ветвях.

Дикий кабан — это сильный зверь с быстрыми движениями, легко носящий свое тяжелое, но крепко сбитое тело на сравнительно коротких сильных ногах. Держатся кабаны всегда небольшими стадами, состоящими из самцов, самок и поросят. Одинокую жизнь ведут лишь старые секачи. Своими маленькими глазками кабан видит довольно плохо, поэтому в его жизни очень важную роль играют обоняние и слух. Не случайно первое движение кабана, заподозрившего опасность,— поднять нос кверху и с силой втянуть воздух, одновременно насторожив уши. Дикие кабаны ведут преимущественно ночную жизнь, а днем отдыхают в наиболее глухих и труднодоступных местах. Однако там, где их не тревожат, они часто кормятся и днем. Как и домашние свиньи, кабаны всеядны.

Разреженный лес, высокотравные поляны и кустарник — излюбленные места обитания благородного оленя и косули.

Лесная куница — один из наиболее ценных пушных зверей. Свои гнезда она устраивает на большой высоте в дуплах. Чаще других зверьков от этого хищника страдает белка. Ночной образ жизни куницы дает ей огромные преимущества в охоте на белку, так как белка — дневной зверек и ночью крепко спит в своем гнезде. Кунице нетрудно захватить ее спящей. Добравшись до беличьего гнезда, куница ищет входное отверстие, которое белка закрывает изнутри пробкой из какого-нибудь мягкого материала, и, ворвавшись в гнездо, хватает спящую хозяйку. Ест куница и растительную пищу: фрукты, ягоды. Очень любит она мед. Найдя гнездо диких пчел, куница иногда подолгу живет около него; нередко к гнезду собираются несколько куниц.

В разреженном редколесье водится черный хорь. Свои гнезда он устраивает под пнями, в дуплах, среди хвороста, в старых норах лисиц, барсуков и других зверей.

Из пресмыкающихся в широколиственных лесах живут щитомордники, а из земноводных — многочисленные тритоны.

Животные широколиственных лесов имеют различное значение в хозяйственной деятельности человека. Некоторые приносят вред, другие полезны. Например, мышевидные грызуны наносят огромный ущерб посевам культурных растений и посадкам леса. Волка издавна считают опасным вредителем животноводства и охотничьего хозяйства, но призывы к полному уничтожению волка не оправданны. Волк, уничтожая преимущественно ослабленных и больных животных, способствует оздоровлению популяций диких животных, которыми он питается (см. ст. «Как живут в природе растения и животные»). В районах, где численность волка незначительна, вреда от него практически нет. Все копытные животные, пушные звери имеют промысловое значение, а также являются объектами спортивной охоты. Многочисленные виды насекомоядных птиц,

Благородный олень.
***Внизу* — зубр.**

Кабан.

Удод. Куница. Зеленая ящерица *(сверху вниз).*

Волки. *Внизу* — косуля.

особенно синицы, мухоловки, славки, пеночки, иволги, дятлы, кукушки, уничтожают огромное число вредных насекомых и их личинок, очищая от них леса, сады, поля и огороды. Чрезвычайно полезны некоторые хищные птицы — пустельга, канюк, совы, луни, истребляющие массу грызунов-вредителей.

В наше время животный мир широколиственных лесов претерпел большие изменения под влиянием деятельности человека. Многие животные изменили пределы своего распространения в этой зоне, расширив их или, наоборот, сократив. Численность одних животных уменьшилась, некоторые из них почти исчезли, другие, напротив, стали более многочисленными. В нашей стране сейчас ведется работа по восстановлению и охране природных ресурсов. Это касается и зоны широколиственных лесов, в частности ее животного мира (см. ст. «Изменение и обогащение фауны»).

Марал. *Внизу* — утка-мандаринка.

Животные уссурийской тайги

Особое место в лесной зоне занимают леса Приморского края, так называемой уссурийской тайги — своеобразной смеси настоящей сибирской тайги и субтропического леса. Такой же смешанный характер носит и животный мир уссурийских лесов. Летом в них гнездятся многочисленные птицы, родственные птицам тропиков. Когда эти птицы улетают зимовать в тропические области, в тайге их заменяют птицы северных видов, прилетающие сюда на зимовку. Некоторые звери уссурийских лесов на зиму впадают в спячку. Это еж, различные летучие мыши, медведь, барсук, енотовидная собака.

Постоянно живут здесь характерные для тайги звери: колонок, бурундук, белка-летяга, кабарга. Но бок о бок с ними встречаются и животные, свойственные тропикам Юго-Восточной Азии: куница харза, леопард, тигр, рыбный филин, широкорот.

Наиболее характерные животные уссурийских лесов — черный медведь, енотовидная собака, дальневосточный лесной кот, пятнистый олень, маньчжурский заяц, крысовидный хомячок. Своеобразный обитатель южной части Уссурийского края — горал. Это животное экологически связано со скальным рельефом. Населяет горал в настоящее время только Сихотэ-Алинь, где рельеф сглажен. Этих животных осталось немного, и они находятся под охраной. Из пернатых для этих лесов типичны маньчжурский фазан, утка-мандаринка, живущая на деревьях, черно-пегий лунь, буробокая белоглазка, ястребиный канюк, широкорот, древесная трясогузка, дубоносы, личинкоед, соловей-свистун, лесной каменный дрозд. Мягкокожистая черепаха относится к тропической фауне, но она обитает и в уссурийской тайге. Живет черепаха в озерах, хорошо плавает. Эта хищница питается рыбой, за которой охотится из-за укрытий, создаваемых озерной растительностью. Одна из самых крупных змей, обитающих в Советском Союзе,— полоз Шренка живет в Приморском крае. Его длина достигает 2 м. Этот полоз много времени проводит на деревьях.

Уссурийский тигр.

Скунс. *Внизу* — чернохвостый олень (самка).

Дальневосточные насекомые отличаются яркостью окраски и зачастую крупными размерами.

Здесь встречается самая крупная в СССР бабочка — яркий сине-зеленый махаон Маака и самый крупный в нашей стране жук — уссурийский дровосек, длина его достигает 10 см.

Животный мир в Уссурийском крае, и особенно в уссурийской тайге, меньше затронут деятельностью человека, чем, например, фауна широколиственных лесов Европы.

Широко развита в уссурийской тайге промысловая и спортивная охота на птиц. Большое хозяйственное значение имеет рыболовство, главным образом на Амуре.

Животные лесов Северной Америки

Животный мир евразийской и американской тайги имеет много общего. В Северной Америке водятся росомаха, волк, бурый медведь, горностай, американский соболь, лось, заяц-беляк, трехпалый дятел, клесты, мохноногий сыч, свиристель. Однако в фауне американской тайги есть ряд только ей свойственных животных: иглошерстый древесный дикобраз, куница илька, красная белка, большая летяга. В отличие от евразийской тайги здесь очень много пресмыкающихся. Из рыб наиболее характерны лососевые.

На юго-востоке Северной Америки огромные массивы широколиственных лесов. Животный мир их своеобразен и резко отличается от животных лиственных лесов Евразии. Здесь распространены опоссум, красная рысь, медведь барибал, виргинский олень, скунс, серая белка, лисья белка, большой бурундук, малая летяга. Из птиц наиболее характерны вилохвостый лунь, дикая индейка, пересмешник, дятлы разных видов, встречаются и колибри. Очень много пресмыкающихся и земноводных.

К югу американский широколиственный лес постепенно приобретает субтропический облик, а на самом юге — во Флориде — становится настоящим субтропическим лесом. Здесь исчезают многие северные виды животных и появляются тропические.

При сравнении животного мира лесов Евразии и Северной Америки нельзя не заметить, что наибольшего сходства фауна этих материков достигает на севере. Южнее это сходство постепенно, но неуклонно уменьшается.

Животный мир зоны степей

Обычно под степями понимают обширные безлесные пространства, покрытые травянистой растительностью. Своеобразен животный мир степей, различны его приспособления к вечной смене времен года, к суровой, а подчас и жестокой природе. Естественно, что потребители зеленой растительной массы составляют основу животного населения степи. Но не только травоядные животные зависят от степной растительности. Сама степь не может существовать без копытных, бесчисленных зеленоядных грызунов и мириад насекомых. Опыты показали, что степные травы, полностью «защищенные» от копытных животных, довольно быстро превращаются в заросли бурьянов. Таким образом, растительный покров и питающиеся им животные — это равнозначные члены степных сообществ, тесно взаимосвязанные и взаимозависимые.

Евразия

Всего несколько сотен лет назад на просторах целинных степей Евразии паслись неисчислимые стада диких лошадей — тарпанов, огромных первобытных быков — туров и зубров. В изобилии встречались и дикие ослы — куланы, громадных размеров достигали табуны антилоп сайгаков. Сейчас уже трудно представить, сколько крупных зверей кормили девственные степи. Степные копытные ежегодно совершали грандиозные кочевки. В них вовлекались миллионы животных. Во второй половине лета растительность выгорала, пересыхали водоемы, и обитатели степи вынуждены были двигаться к северу. А с наступлением зимы они стремились уйти в малоснежные или бесснежные южные степи, полупустыни и пустыни.

Кроме животных-кочевников, вечно странствующих в поисках лучших пастбищ и водопоев, в степях жили и строго оседлые звери — норники. Самые характерные из них — сурки. Эти крупные (до 5—6 кг) грызуны живут семьями. Каждая семья имеет одну основную нору, где проходит зимняя спячка и появляется молодняк, и несколько кормовых, или защитных, нор, которые соединяются с зимовочной норой сетью протоптанных зверьками тропинок. От наиболее удаленных кормовых нор одной семьи тропинки ведут к норам соседних семей, и, таким образом, вся степь была покрыта сложной системой нор и дорожек. Если пасущийся сурок замечает опасность, он опрометью бросается к ближайшей норе, подавая сигнал тревоги. Мгновение — и вот уже все зверьки стоят столбиками у нор и, продолжая тревожно кричать, внимательно осматриваются по сторонам. При таком коллективном оповещении об опасности лакомиться нежной сурчатиной орлу или волку приходится не часто.

Еще в начале XIX в. сурки населяли практически все степи Евразии, от Венгрии до Забайкалья, захватывая также значительные участки лесостепи и горных степей. Близкие виды сурков широко населяли прерии Северной Америки. В наше время сурки всюду сохранились лишь небольшими изолированными колониями, да и то, как правило, лишь в заповедниках, на землях коневодческих хозяйств или в местах, непригодных для распашки.

Удивительна манера сурков кормиться. Пасущийся сурок никогда не сгрызает всех стеблей растения. Тут скусит он один стебелек, там листочек или верхушку побега, и в результате растительный покров на месте «сурчиных пастбищ» не меняется. Этим да еще относительно постоянной численностью сурки резко отличаются от сусликов, полевок и других степных грызунов.

Уже к середине лета сурки успевают набрать много подкожного и внутреннего жира и закончить линьку. К концу лета растительность постепенно выгорает, сурки все реже появляются на поверхности, и в один, обычно холодный или дождливый, день исчезают совсем. Входы в зимовочные норы они забивают плотными пробками, для чего специально месят влажную глину со своим пометом. Спячка сурков без перерыва переходит в зимнюю, и звери просыпаются только весной следующего года.

Но не одни сурки находят спасение от холодов и бескормицы в глубокой длительной спячке. Впадают в нее также суслики — крапчатый, рыжеватый, краснощекий, малый и др. В отличие от сурков суслики семей не образуют и зимуют каждый в своей норе. Раньше всех, часто еще в первой половине лета, засыпают взрослые самцы. К этому времени они успевают набрать столько жира, что с трудом протискиваются в норку. На месяц-полтора позже впадают в спячку самки. Последними, уже осенью, ложатся спать молодые суслики.

Засыпает на зиму и большой тушканчик, единственный из тушканчиков, широко распространенный в степях. Впадает в спячку и его отдаленная родственница — степная мышовка. Этот зверек больше всего похож на мышь (отсюда и название), но отличается от нее чрезвычайно длинным и тонким хвостом. Все эти исконные степняки никаких запасов на зиму не делают, во время спячки их поддерживает накопленный жир.

Молодой сурок.

Краснощекий суслик.
Внизу — дрофа.

Крупный и злобный обыкновенный хомяк, обычно обитающий в зарослях степных кустарников, особенно по балкам и долинам речек, тоже впадает в спячку. Но спит он некрепко. Не надеясь, очевидно, на отложения жира, хомяк устраивает под землей обширные кладовые, куда складывает запасы на зиму. Этот всеядный грызун, поедающий кроме вегетативных и подземных частей растений также и насекомых, а подчас и детенышей мышей и полевок, к осени почти полностью переключается на калорийные семена и клубни. Их он и запасает, при этом семена разных растений складывает отдельно. Особенно охотно хомяк запасает зерна пшеницы, горох, гречиху, просо, кукурузу, клубни картофеля. Вес запасов одного хомяка может достигать 10—15 кг, а в отдельных случаях и 30 кг! Зерна зверьки переносят в особых защечных мешках, которые, начинаясь в полости рта, продолжаются почти до лопаток; в них входит 45 г пшеницы. Значительно более скромные запасы делают на зиму мелкие хомячки, широко распространенные по различным участкам степной зоны,— серый, даурский, джунгарский и хомячок Эверсманна. Как и у обыкновенного хомяка, их спячка перемежается периодами бодрствования, тут-то и идут в ход запасы.

Но есть и такие мелкие грызуны, которые активны круглый год. Это в основном потребители зеленой растительной массы — степная пеструшка и полевки. Много в степях и мышей, которые поедают главным образом зерно. Широко распространена домовая мышь, которая может жить и вдали от построек человека. Особая ее форма — курганчиковая мышь — населяет степи Правобережной Украины. Десять — пятнадцать курганчиковых мышей, объединяясь, складывают в кучу зерна культурных злаков и семе-

Корсак.

Хохлатый жаворонок.

на сорняков и засыпают эти запасы землей. Получается курганчик высотой 20—30, даже до 70 см и диаметром более 1 м. Обитают в степях и полевая мышь, и сравнительно малочисленная мышь-малютка.

Для степных мышевидных грызунов, особенно полевок, характерна крайне неустойчивая численность. Падение ее может быть вызвано различными заболеваниями и стихийными бедствиями. Чаще зверьки просто перестают размножаться при недостатке или излишней сухости корма. Но вот с весны прошли теплые дожди, и степные травы буйно тронулись в рост. Вокруг изобилие свежей полноценной пищи, да и врагов стало заметно меньше за то время, когда ловить им было некого. А уж свободных участков кругом — только выбирай! В такие годы самки приносят по 8—10 и даже 12 детенышей за один раз вместо обычных 5—6. Они кормят их и одновременно вынашивают следующий выводок. Если лето остается влажным, они приносят потомство 5 и даже 6 раз! Молодые полевки, в свою очередь, едва достигнув половины размеров взрослых, тоже включаются в размножение. Общая численность грызунов нарастает подобно снежному кому, катящемуся с горы. Если осень выдастся теплая и дождливая, а снег выпадет на талую почву, прикрыв зеленые растения, размножение степных грызунов продолжается и зимой, в подснежных гнездах. Если же следующие весна и лето снова окажутся благоприятными для грызунов, то их размножение вспыхивает с утроенной силой, и начинается «мышиная напасть». Хорошо, что она случается нечасто! В такое лето степь, будто оспинами, сплошь покрыта пятнами — это зверьки под корень сгрызли все растения до последнего стебелька. Чуть ли не на каждом квадратном метре поверхности почвы можно насчитать по 3—4 входных отверстия в подземные галереи грызунов. Грызуны выступают как опасные конкуренты диких и особенно домашних копытных. Опустошают они и сенокосные угодья, громадные потери несет зерновое хозяйство.

В такие годы в степях в десятки раз возрастает численность хищных птиц. На охоту за грызунами вылетают не только заправские мышееды — степные и луговые луни, но и луни камышовые, покидающие ради обильной добычи степные озера. Орлы — степные и могильники, канюки, коршуны и кобчики, пустельги — все устремляются на легкую добычу. В гнездах хищных птиц сильно увеличиваются кладки, а птенцы просто закармливаются заботливыми родителями.

Не успевает стемнеть, как на подмогу дневным хищникам вылетают болотные совы, а из ближайших лесочков в долинах рек и старых лесных полос — совы ушастые. Всю ночь длится их кровавый пир, в котором принимают участие и четвероногие хищники — волки, лисицы, корсаки, степные хорьки, горностаи, ласки, барсуки. Грызунов находят в желудках степных гадюк, узорчатых полозов и водяных ужей, их поедают и кормят ими птенцов серебристые, сизые и речные чайки, далеко вылетающие в степь на охоту. Успешно преследуют грызунов грачи, серые вороны и сороки, даже у крупного кулика — большого кроншнепа в желудке находили молодых полевок. Степные же великаны дрофы глотают и молодых и взрослых зверьков по нескольку штук за один раз, с удовольствием разнообразя ими свой вегетарианский стол.

Трудно представить, сколько грызунов уничтожают пернатые и четвероногие хищники. И все же пока

Степной орел.

Тушканчик.

Полевка.

условия благоприятствуют размножению грызунов, остановить рост их численности хищники не могут, они лишь сдерживают его. Но постепенно темпы размножения грызунов падают: нехватка корма, острая конкуренция из-за нор и участков обитания, наконец, особое состояние организма, возникающее при перенаселении, приводят к падению их плодовитости.

Подобные массовые размножения степных мышевидных грызунов обычно происходили раз в 10—11 лет, но строгую периодичность установить здесь трудно. В наше время человек, распахавший почти все степи планеты, внес в эту картину существенные изменения. Там, где агротехника на высоком уровне, соблюдаются правильные севообороты, а в лесных полезащитных полосах гнездятся хищные птицы, массовые размножения грызунов попросту невозможны. Там же, где правила агротехники и система севооборотов грубо нарушаются, а наши друзья хищники перебиты или разогнаны, численность мышевидных грызунов резко возрастает почти каждую осень. Бороться с ними с помощью ядохимикатов дорого, опасно и малоэффективно.

Распашка степей привела к тому, что степная зона, как таковая, исчезла. Ее заменила новая, полевая зона. Само название «степная зона» мы употребляем теперь больше по привычке. Небольшие участки целинных степей, имеющие колоссальное научное и общекультурное значение, сохранились лишь в немногочисленных заповедниках (Аскания-Нова, Центрально-Черноземный, Украинский степной и некоторые другие). Серьезные изменения произошли, естественно, и в животном мире.

Более всего эти перемены коснулись крупных зверей и птиц. Туры и тарпаны были уничтожены полностью (последний тур погиб в 1627 г., последний тарпан был убит в 1879 г.). Кулан и зубр сохранились лишь благодаря строгой охране. Вне заповедников и зоопарков встретить этих зверей сейчас невозможно.

Сайгак, оттесненный в полупустыни и пустыни, одно время также находился на грани исчезновения. В результате принятых мер поголовье этих животных восстановилось настолько, что в ряде районов ведется на них промысловая охота. Однако современные кочевки сайгаков ограничены обычно север-

ными пустынями и полупустынями, и потому степными животными их назвать нельзя.

Почти полностью исчезли на громадных пространствах степные птицы дрофа и стрепет. Единицами они сохранились на землях заповедников да кое-где по котловинам озер, причем эти ценнейшие охотничьи птицы вытеснены не плугом, а ружьем. Почти полностью исчезли из южных сухих степей журавль-красавка и кречетка, во много раз сократилась численность большого кроншнепа, редкой птицей стал ранее обычный степной орел. О сурках мы уже говорили.

Сказалась распашка и на грызунах-землероях, всю жизнь проводящих под землей: слепышах, характерных для степей Европейской части СССР, слепушонке, широко распространенной в Заволжье и Казахстане, и цокоре — жителе степей Алтая и Забайкалья. На зиму эти зверьки делали большие подземные запасы из луковиц, клубней и корневищ различных степных растений, особенно любили они запасать луковицы тюльпанов. Эти коренные степняки уцелели лишь в отдельных местах по балкам и выпасам.

Менее всего превращение степей в поля затронуло самых многочисленных птиц этой зоны — жаворонков. Они довольно легко перешли к жизни на полях. Хорошо освоился с новым местожительством полевой конек, также гнездящийся на земле. Всюду, где человек не злоупотребляет ядохимикатами, на полях много перепелов, а местами и серых куропаток.

Значение всех этих птиц — массовых истребителей насекомых, семян сорных растений и падалицы — чрезвычайно велико. К тому же они обогащают почву своим пометом.

Изменился и состав мышевидных грызунов. Зеленоядов (степную пеструшку и серых полевок) сменили более зерноядные виды — мыши и хомяки. Многие из них, особенно хомячок Эверсманна и даурский, когда-то сравнительно немногочисленные в степях, стали массовыми вредителями сельского хозяйства.

Бедствием становятся суслики. Раньше суслики, особенно малый, избегали высокого сомкнутого травостоя, где их в любую минуту мог схватить степной орел или лунь. Они устраивали свои норы на участках с разреженной растительностью и совершали лишь короткие набеги на окраины полей. Люди почти полностью уничтожили хищных птиц, которых так боялись суслики, а кое-где лисиц и степных хорьков. Вот и хлынули суслики на поля и заселили их сплошь. Общая численность зверьков при этом выросла необычайно.

Северная и Южная Америка

Животный мир прерий Северной Америки и степей Евразии очень сходен. Бизоны, стада которых буквально покрывали когда-то прерии, очень близки к зубрам. Многочисленные американские суслики, хоть и отличаются внешне,— близкие родичи наших, а длиннохвостый суслик живет и в Сибири, и в Северной Америке. Характерные для прерий луговые собачки — родственники нашего желтого суслика. О близких видах сурков мы уже упоминали. Американские зайцы — белохвостый, калифорнийский, заяц Гайллярда — не так уж сильно отличаются от зайцев Евразии. Да и заяц-русак, завезенный из Европы, хорошо прижился в некоторых районах Северной Америки. Зато диких кроликов здесь 15 видов (в Старом Свете — всего один). Косяки одичавших лошадей — мустангов, знакомых каждому с детства по романам Ф. Купера, Майна Рида и рассказам Сетона-Томпсона,— как бы заменяют отсутствующих в Америке настоящих диких лошадей.

А вот видовой состав птиц Старого и Нового Света различается. Среди американских куриных и воробьиных особенно много видов, которым нет родственных в фауне Евразии. Нет у нас и форм, схожих с американским луговым волком (койотом) и удивительной антилопой — вилорогом. Среди полорогих копытных только этот вид имеет разветвленные рога. Грызуны-землерои представлены в прериях особыми мешотчатыми крысами, или геферами. Характерны для травянистых равнин Америки и своеобразные кенгуровые крысы, напоминающие наших тушканчиков.

Значительно больше отличается животный мир степей Южной Америки — аргентинских пампа. Здесь от границ Бразилии до Патагонии встречается американский страус нанду. Сурков в пампах заменяют крупные грызуны с полосатыми мордами — вискачи, роющие глубокие сложные норы. В боковых стенках нор вискачей нередко гнездятся мелкие земляные совы. Область их распространения заходит и в западные штаты США. Впрочем, эти неутомимые охотники на жуков, ящериц и мышей могут выкапывать себе норы и сами, причем длина их нор порой превышает 2 м.

Широко распространены в пампе красная лисица, окраской напоминающая нашу степную лисицу караганку, и мелкая серая лисица. Реже встречается довольно крупная дикая кошка пампы, отличающаяся серой окраской с красноватыми полосами на бо-

Броненосец с детенышами.

Страус нанду.

ках, морде и лапах. Европейский заяц-русак, завезенный в конце XIX в. в Аргентину, местами настолько размножился, что стал бичом земледельцев.

Но наиболее характерны для фауны Южной Америки представители отряда неполнозубых — броненосцы, муравьеды и ленивцы. Одни броненосцы обитают в степях, другие — в тропическом лесу. Длина тела мелких броненосцев всего 15 см, а у самого крупного, гигантского броненосца она превышает 1 м. Наиболее известен щетинистый, или волосатый, броненосец, у которого между щитками панциря торчат жесткие щетинки — остатки шерстного покрова. Он питается разнообразными растениями, насекомыми, змеями, грызунами и ящерицами, но особенно любит лакомиться падалью. Найдя по запаху разлагающуюся тушу павшей коровы, броненосец выкапывает под ней временную нору и не покидает ее до тех пор, пока дочиста не обгложет все кости. Из других неполнозубых в пампу заходит большой муравьед.

Из копытных в пампах обитают очень мелкие олени с рогами в виде вилки или вообще неветвящимися (пуду и др.). Как и в прериях Северной Америки, здесь встречаются табуны одичавших лошадей, чьи предки были ввезены из Европы еще в XVI в.

Наиболее распространенная птица пампы — мартинета, относящаяся к степным тинаму, или скрытохвостам. Коричневатое с крапинками оперение мартинеты делает ее несколько похожей на куропатку.

На столбах проволочных изгородей часто можно видеть похожие на большие футбольные мячи гнезда птицы-печника. Эта птица, величиной с дрозда,— одна из самых многочисленных в Аргентине, и ее гнезда — неотъемлемая черта пейзажа пампы. В гнездо ведет полукруглое отверстие, так что оно напоминает старинную печь для выпечки хлеба, что и породило необычное название этой птицы.

Даже в наши дни в пампе сравнительно часто случаются массовые налеты саранчи. При этом площадь, занимаемая одной только стаей этих прожорливых насекомых, может насчитывать 200—400 км^2! А таких стай может быть много.

Конечно, поля и пастбища современной Америки очень слабо напоминают те привольные прерии и пампы, на необозримых просторах которых индейцы или лихие гаучо охотились на бизонов и мустангов. Копыта домашнего скота, огонь и плуг, которым помогали ружья, а в последнее время ядохимикаты, неузнаваемо преобразили природу памп и прерий, и в первую очередь их животный мир. Физическое уничтожение животных сопровождалось уничтожением привычных для них условий обитания.

Наиболее трагична история бизонов. Область распространения этих огромных быков охватывала обширные равнины Северной Америки от озера Эри до Луизианы и Техаса. Общая численность бизонов достигала фантастической на первый взгляд цифры — 75 млн.! Белые колонисты примерно с 30-х годов XIX в. начали их сознательное поголовное истребление, чтобы помимо наживы обречь на голод и вымирание индейские племена. На открытых равнинах у бизонов не было шансов на спасение от всадников с огнестрельным оружием. К 1893 г. сохранилось не-

сколько сотен бизонов в Канаде и всего 20 бизонов уцелело на территории Йеллоустонского национального парка в США. Только после этого охота на них была запрещена. В наше время общее поголовье этих замечательных животных исчисляется уже тысячами, и в заповедниках приходится регулировать их численность.

Долгие годы в прериях США массами уничтожались койоты за нападение на ягнят. Заодно доставалось и другим хищникам — скунсам, енотам, лисам и, разумеется, волку, который в некоторых штатах был уничтожен полностью. Сокращение численности хищников привело к неслыханному размножению грызунов, причиняющих громадный ущерб сельскому хозяйству. Подобные грубые нарушения равновесия в природе в итоге всегда оборачиваются против человека. В наши дни былая фауна Великих равнин Америки (бизон, вилорог, койот, луговые собачки и др.) встречается только в заповедниках.

Современная аргентинская пампа, за исключением распаханных участков, площади которых год от года растут, представляет собой почти сплошь громадное пастбище. Многие дикие животные пампы оказались оттесненными в сухие предгорья и холодные кустарниковые пустыни юга материка. Особенно активно человек преследует страуса нанду из-за мяса и перьев.

Всюду, где человек использует степные земли стихийно и односторонне, вначале наносится непоправимый ущерб животному миру, а затем и хозяйству человека. Именно так было в американских прериях. Там же, где бережно и правильно используются земельные, водные, растительные ресурсы степей, там хорошо чувствуют себя и большинство представителей животного мира. Равновесие между растительностью, в том числе и культурной, и ее потребителями нельзя поддерживать только с помощью ядохимикатов или выборочной охраны одних животных и уничтожения других. Почвы, растительность и животный мир представляют собой взаимосвязанные части сложных и в значительной мере саморегулирующихся систем, стремящихся сохранять динамическое равновесие. Чем устойчивее такая система, тем больше биологической продукции может получить от нее человек, если он в своей хозяйственной деятельности опирается на законы природы.

Животные пустынь

Ученые недаром называют природные условия пустынь экстремальными, т. е. крайними. Одного здесь всегда в избытке, другого недостает. Главное, чего остро не хватает в пустыне,— это влаги. За год выпадает менее 170 мм осадков, и долгие месяцы беспощадное солнце светит с безоблачного неба — ни капли дождя не падает на иссохшую землю. Зато тепла и солнца пустыне не занимать. Днем температура воздуха поднимается до 45—50°, в отдельных районах тропиков — даже до 58°, а поверхность земли при этом раскаляется до 80—90°.

Недостаток влаги и иссушающая жара не дают развиться в пустынях богатому растительному покрову. Лишь на короткий период дождей, длящийся один-два месяца, некоторые пустыни преображаются: на песке или на глинистой поверхности появляется зеленый покров. Именно в это время насекомые и пресмыкающиеся откладывают яйца, птицы вьют гнезда, а млекопитающие приносят детенышей.

Как же удается животным пустынь приспособиться к жестоким температурам, к отсутствию влаги, к жизни на почве, почти не покрытой растительностью?

Ни одно животное не может вынести длительного перегрева. Если оставить ящерицу или грызуна песчанку днем на солнцепеке, то буквально через несколько минут они погибнут от солнечного удара. Обитатели пустынь спасаются от палящих лучей солнца разными путями. Многие из них — тушканчики, гекконы, песчаные удавчики, жуки-чернотелки — ведут ночной образ жизни. Днем, когда солнце печет немилосердно, эти животные находят себе убежище в глубоких прохладных норках.

Животные, ведущие дневную жизнь, активны лишь в ранние утренние часы, когда почва еще не раскалилась. А когда солнце поднимается выше и лучи его превращают поверхность земли в пышущую жаром сковородку, они ищут себе тенистые прохладные убежища. Дневные ящерицы — ящурки, агамы, круглоголовки — забираются в норы грызунов, закапываются в песок или же забираются на ветки кустарников, где температура заметно ниже, чем в раскаленном приземном слое воздуха. Млекопитающие также скрываются в норах или прячутся в тени кустов и камней. Мелкие птицы — пустынные воробьи, буланые вьюрки — предпочитают стро-

ить гнезда в тени, чтобы уберечь себя и потомство от перегрева. Поэтому они охотно поселяются под громадным гнездом пустынного ворона или беркута. Под ним, как под зонтиком, размещаются 3—5 гнезд мелких воробьиных птиц.

По-разному приспособились обитатели пустыни добывать нужную для организма воду. За десятки километров летают на водопой пустынные птицы — рябки и голуби. Жителям пустынь, не обладающим такой подвижностью, приходится изыскивать воду окольными путями. Так, растительноядные животные — жуки-чернотелки, грызуны (песчанки и суслики), антилопы — добывают воду из сочных частей растений — листьев, зеленых веточек, корневищ и луковиц. У пустынных животных есть ряд физиологических приспособлений к экономному расходованию воды.

Для того чтобы быстро двигаться по сыпучему песку, у животных песчаных пустынь есть различные приспособления. На лапках многих ящериц и насекомых чешуйки или щетинки образуют специальные щеточки. Эти щеточки создают хорошую опору при беге по поверхности песка. Молниеносно мчится от одного куста к другому сетчатая ящурка, оставляя цепочку следов на песке. Если взять в руки эту проворную ящерицу, на каждом пальце ее лапки можно увидеть гребешок из роговых чешуек.

У млекопитающих, живущих среди сыпучих песков, лапы густо опушены и на подошвах густая волосяная щетка. Недаром два вида тушканчиков носят названия «мохноногий» и «гребнепалый». Эти зверьки великолепно бегают по склонам песчаных барханов, их мохнатые ступни не проваливаются в рыхлый песок. Даже такое громадное животное, как верблюд, несмотря на внушительный вес, легко и плавно движется по песчаному «морю» — и впрямь «корабль пустыни». Подошвы его ног плоские и широкие. И этот тяжеловес идет по барханам гораздо легче, чем легкий конь, чьи узкие копыта глубоко увязают в песке.

Змеям в песчаной пустыне тоже неудобно ползать обычным способом: извивающемуся телу нет прочной опоры. У некоторых видов пустынных змей выработался особый «боковой ход». Змея не ползет вперед, а как бы перекладывает вбок одну половину тела, чуть приподняв ее над землей, а затем подтягивает к ней другую. У нас в Каракумах так передвигается песчаная эфа, в Южной Африке — хвостатая гадюка, в пустынях Мексики и Калифорнии — рогатый гремучник.

В песке нелегко вырыть нору, если он сухой и сразу осыпается. Зато в таком песке легко просто зарыться с головой, и не каждый хищник догадается, куда делась его добыча. Многие обитатели барханов используют такой способ защиты, зарываясь в песок за несколько секунд. Так поступают ушастая и песчаная круглоголовки. Они как бы «утопают» в песке, отбрасывая его вибрирующими движениями тела. А иные животные просто ползают в толще песка, например песчаный удавчик из Каракумов или карликовая гадюка из пустыни Калахари.

Таким образом, мы видим, что и в суровых условиях пустыни животные находят способы спастись от жары, добыть нужную влагу, использовать особые свойства почвы. Поэтому, несмотря на суровость природы, пустыня довольно богато заселена различными животными. Наиболее типичные обитатели пустынь — пресмыкающиеся. Эти животные в большей степени, чем птицы или млекопитающие, способны переносить засуху и впадать в неактивное состояние на многие недели и даже месяцы.

Одни из самых обычных пустынных животных — черепахи. Период активности у среднеазиатских степных черепах очень короткий — лишь 2—3 месяца в году. Выйдя ранней весной из зимовочных нор, черепахи сразу же приступают к размножению, а в мае — июне самки откладывают в песок яйца. Уже в конце июня почти не встретишь черепах на поверхности земли — они все зарылись в глубь почвы и залегли в спячку до следующей весны. Молодые черепашки, появившись из яиц осенью, остаются зимовать в песке и выходят на поверхность только весной. Среднеазиатские черепахи питаются всевозможной зеленой растительностью. В пустынях Африки обитают различные виды сухопутных черепах — ближайшие родственники нашей среднеазиатской черепахи.

Ящериц в пустыне можно видеть повсюду. Особенно многочисленны ящурки и круглоголовки. В наших глинистых пустынях живут такырная круглоголовка и разноцветная ящурка, а в песчаных — песчаная и ушастая круглоголовки, сетчатая и полосатая ящурки.

Песчаная круглоголовка — крохотная ящерица с песчано-желтой спинкой и поперечнополосатым снизу хвостом. Свои полосатые хвостики ящерицы закручивают и раскручивают при возбуждении. В жаркие часы дня круглоголовка забегает в тень маленьких кустиков. Если настойчиво преследовать ящерицу, она распластывается на песке и, быстро вибрируя всем туловищем поперек оси тела, в несколько секунд «утопает» в песке. Многих хищников обманывает такой неожиданный маневр.

Среди мощных песчаных барханов, поросших лишь отдельными кустиками, живет крупная ушастая круглоголовка. В жаркие часы дня ушастая кругло-

Среднеазиатская черепаха. Тонкопалый суслик. Варан *(сверху вниз)*.

Стрела-змея. *Внизу* — молодой джейран.

Ушастая круглоголовка.

Внизу слева направо — жук скарабей тащит в свою норку навозный шарик. Фаланга. Большая песчанка.

Песчаная эфа.

Сцинковый геккон.

головка бегает по песку, высоко подняв туловище на широко расставленных ногах. В это время она напоминает маленькую собачку. Такая поза предохраняет брюшко ящерицы от ожога о раскаленный песок. Заметив опасного врага, ушастая круглоголовка перебегает на другую сторону бархана и молниеносно зарывается в песок при помощи боковых движений туловища. Но при этом она часто оставляет голову на поверхности, чтобы быть в курсе дальнейших событий. Если противник оказался слишком близко, ящерица переходит к активной обороне. Прежде всего она энергично закручивает и раскручивает свой хвост, окрашенный снизу в бархатисто-черный цвет. Затем, повернувшись к противнику, широко разевает рот, «уши» — кожные складки в углах рта — расправляются и наливаются кровью. Получается бутафорская «пасть» втрое шире настоящего рта. С таким устрашающим видом ящерица делает выпады в сторону врага, а в решительный момент и вцепляется в него острыми зубами.

На склоне бархана, поросшего саксаулом, изредка можно увидеть самую крупную ящерицу пустыни — серого варана. Он достигает длины 1,5 м и весит до 3,5 кг. Неподалеку видна нора глубиной более 2 м, куда этот «крокодил пустыни» прячется при опасности. Пищей варану служат и грызуны, и ящерицы, и змеи, и даже жуки, муравьи и гусеницы.

Некоторые ящерицы в пустынях приспособились к ночному образу жизни. Это различные гекконы. Один из самых замечательных представителей ночных ящериц — сцинковый геккон, населяющий пустыни Средней Азии. У него крупная голова с громадными глазами, которые имеют щелевидный зрачок и покрыты прозрачной кожистой пленкой. Выбравшись вечером из своей норки, геккон прежде всего облизывает оба глаза широким лопатообразным языком. Этим он снимает пыль и песчинки, осевшие на кожистую пленку глаза. Кожа у сцинкового геккона нежная и полупрозрачная. Если схватить его, лоскуты кожи легко сходят с тела ящерицы. Еще более мелкий, изящный и хрупкий геккон — гребнепалый. Его тельце настолько прозрачно, что на просвет видны кости скелета и содержимое желудка ящерицы. У наших гекконов на ногах гребешки из чешуек, облегчающие им передвижение по песку. Но еще более своеобразным приспособлением обладает перепончатопалый геккон из песчаной пустыни Намиб в Южной Африке. У него есть перепонки между пальцами ног, однако не для плавания, а для хождения по песку.

В песчаных пустынях Австралии обитает одна из самых причудливых ящериц — молох. Все ее тело покрыто острыми торчащими во все стороны шипами, а над глазами два крупных шипа образуют «рога». Кожа молоха впитывает воду, словно промокательная бумага, и после редких дождей вес молоха увеличивается почти на треть. Накопленная таким образом вода постепенно усваивается животным.

В Южной Азии и Северной Африке на плотных щебнистых почвах живут различные виды шипохвостов. Эти ящерицы снабжены толстым, покрытым шипами хвостом, который они используют в качестве защитного оружия, нанося им удары. В полости тела шипохвостов имеются особые мешки, в которых запасается вода. Она постепенно расходуется в засушливый период.

В пустынях водится немало змей, среди них есть и ядовитые. В австралийских пустынях обычны аспидовые змеи, в пустынях Америки — гремучие змеи, а в африканских и азиатских пустынях преоб-

Тарантул.

ладают гадюковые змеи. Для среднеазиатских пустынь характерны стрела-змея, песчаный удавчик, песчаная эфа.

Стрелу-змею назвали так за необычайную быстроту, с которой движется эта изящная, тонкая светло-коричневая змейка. Бросаясь за ящерицей, она действительно напоминает выпущенную из лука стрелу. Днем стрела-змея часто забирается на ветви кустарников, откуда выслеживает добычу. У стрелы-змеи есть ядовитые зубы в задней части верхней челюсти. Но для человека ее укус не опасен — задние зубы не достают до кожи при укусе.

Песчаная эфа оставляет на песке след в виде отдельных косых параллельных полосок — ведь она движется «боковым ходом». Это небольшая, плотная, песочного цвета змея с крупными светлыми пятнами поперек спины. При опасности она сворачивается двойным полумесяцем и, скользя одним боком о другой, издает громкий звук трением друг о друга заостренных боковых чешуй. Пищу эфы составляют в основном песчанки, у нор которых она и поселяется, а молодые эфы пробавляются скорпионами, саранчовыми, сколопендрами.

В первую половину ночи нередко попадается в пустыне песчаный удавчик. Эта змея хорошо приспособлена к жизни в толще песка: голова у песчаного удавчика лопатообразно заострена — так легче пробиваться сквозь почву, а глаза вынесены на верх головы, чтобы, чуть высунув голову из песка, змея могла осматривать окрестности. Своих жертв удавчик душит кольцами мускулистого тела, оправдывая родственные связи с гигантскими удавами тропиков. В меню песчаного удавчика входят и дневные животные, которых он находит спящими в песке, и ночные, которых он ловит на поверхности.

Насекомые не столь заметны в пустынях, как пресмыкающиеся, но они также составляют основу животного населения пустынь. Больше всего в пустынях жуков. Особенно часто удается видеть разнообразных чернотелок. Это жуки обычно черного цвета, иногда с белыми точками или полосками, летать они не умеют — только ползают и бегают по песку или щебню, иногда забираясь на нижние ветви кустарников. Чернотелки могут наносить большой вред посадкам в пустынях: ведь их корм составляет всевозможная растительность. Большинство чернотелок активны ночью.

Нередко можно увидеть на ветвях кустарников в пустыне красивых жуков — златок черного, зеленозолотистого цвета. А ночью на свет фонаря летят крупные беловатые жуки — снежные хрущи. Личинки всех этих жуков питаются корнями кустарников.

Много в пустынях и муравьев, только их муравейники не возвышаются над землей, как в лесу. Обычно виден лишь вход в подземный муравейник, туда и обратно все время снуют муравьи. Особенно забавны пустынные муравьи — фаэтоны, они бегают на длинных ногах с высоко поднятым брюшком. Муравей бледный бегунок, живущий в сыпучих песках, при малейшей опасности быстро закапывается в песок.

В норах песчанок проводят день, прячась от жары, различные москиты и комары. С наступлением темноты они вылетают из нор, и самки ищут жертв среди теплокровных животных, в основном грызунов.

Паукообразных в пустынях немного, но они очень характерны для этих мест. И в песчаной и в глинистой пустыне можно встретить различные виды пауков, скорпионов, фаланг. Паук тарантул живет в норке, которую сам роет. Он укрепляет ее стены паутиной, чтобы не осыпались. Весь день тарантул сидит в своей норке, а ночью выходит за добычей — мелкими насекомыми. У тарантула целый набор глаз — два крупных и шесть помельче. При фонаре глаза его издали горят зеленым светом. На свет фонаря ночью часто прибегают крупные дымчатые фаланги. Это проворные животные длиной до 7 см, с длинными волосатыми ногами. Фаланги всеядны, питаются любой мелочью, которую в состоянии поймать, причем могут ловко выкапывать добычу из толщи песка. Вопреки широко распространенному предубеждению фаланги не ядовиты.

В пустынях обитают характерные для этих ландшафтов группы грызунов — песчанки и тушканчики. Песчанки ведут дневной или сумеречный образ жизни, селятся целыми городками — колониями. Колонии больших песчанок — это эпицентр жизни в пустыне. Норы песчанок используют в качестве убежи-

ща и ящерицы, и змеи, и насекомые, здесь же или поблизости поселяются и хищники, питающиеся песчанками,— вараны, хорьки, эфы.

Тушканчики, населяющие пустыни Северной Африки и Азии,— это типично ночные животные. Их крупные глаза, большие уши говорят о высоком развитии слуха и сумеречного зрения. Передние лапки маленькие, а задние, прыгательные,— с удлиненной ступней. Хвост обычно длиннее туловища и служит тушканчикам как для равновесия при прыжках, так и рулем поворота на крутых виражах. Забравшись на день в глубокую норку, тушканчик закупоривает вход в нее земляной пробкой — «копеечкой». Среди тушканчиков четко выделяются пятипалые (они обитают в глинистых и щебнистых пустынях) и трехпалые — у них ступни с волосяной щеткой и живут они в песчаных пустынях. Тушканчики и песчанки служат пищей различным четвероногим и пернатым хищникам. За ними охотятся и пустынный сычик, и орел-беркут, и лиса, и барханный кот.

Крупных млекопитающих редко удается видеть в пустыне, однако то здесь, то там видны их следы. Чаще других встречаются следы пустынных зайцев, очень редко — следы пустынной рыси каракала.

В пустыне живут некоторые антилопы. Для пустынь Средней Азии характерен джейран, в пустынях Аравийского полуострова, Центральной Азии и Африки живут другие газели.

Мало в пустынях птиц. Лишь изредка услышишь незатейливую песню хохлатого жаворонка или тревожный крик каменки-плясуньи. Среди барханов оседло живут саксаульные сойки — птицы с рыхлым пышным оперением серо-палевого цвета, хорошо предохраняющим их от перегрева. Эти беспокойные птицы издали замечают появление постороннего и извещают всех громким стрекотанием, заменяя нашу неугомонную сороку. Саксаульные сойки летают неохотно, над самой землей, зато бегают они великолепно, широкими размашистыми шагами.

В стволах пустынных кустарников делают себе дупла белокрылые дятлы, а после них там могут поселяться саксаульные воробьи. В стенах колодцев гнездятся и прячутся от дневной жары пустынные сычики.

Многие птицы пустыни не потребляют воды вовсе и никогда не летают на водопой. Так ведут себя и пустынный воробей, и славка-бормотушка, и саксаульная сойка. Но некоторые птицы проникают в глубь пустыни лишь настолько, чтобы можно было периодически летать на водопой. У водоема в пустыне можно увидеть прилетающих сюда буланых вьюрков, саксаульных воробьев, горлиц и рябков.

В наших пустынях водятся чернобрюхий и белобрюхий рябки, а также их родственница — саджа, или копытка; у нее пальцы ног срослись в сплошную чешуйчатую ступню. Особенно много рябков в Африке, вплоть до пустыни Калахари. Рябки исключительно хорошие летуны, у них длинные заостренные крылья. Поэтому они могут гнездиться даже в нескольких десятках километров от водоемов, летая туда на водопой. Прилетев к водоему, они шумной стаей садятся на берег, входят в воду и быстро и жадно пьют, не отрывая клюва от воды,— насасывают в желудок воду. Но затем они еще глубже заходят в воду и старательно мочат оперение груди. Зачем это? Оказывается, прилетев к гнезду, в котором их ждут истомленные жаждой птенцы, родители дают им высасывать воду из смоченных грудных перьев.

Много загадок таит жизнь пустыни. Есть там еще такие животные, которые очень мало известны или вовсе не известны науке. А знание животного мира пустыни необходимо людям для успешного освоения богатых природных ресурсов этих суровых мест. Ведь пустыня — это и пастбища для овец, и охотничьи угодья. Чтобы умело осваивать ее, нужно хорошо представлять себе все тонкие и скрытые связи, которые существуют между растительностью пустыни и животными, ее поедающими, между хищными и травоядными животными, и предусмотреть те изменения, которые вызовет в пустыне деятельность человека.

Животный мир тропических лесов

Огромные территории Африки, Азии, Америки и ряда островов, лежащие по обе стороны от экватора, заняты тропическими лесами. Животный мир этих лесов богат и многообразен. На различных материках фауна тропических лесов формировалась самостоятельно и изолированно и потому имеет свои отличительные черты. В то же время очень сходные условия обитания привели к тому, что на этих разобщенных территориях сложился единый тип фауны.

Образ жизни обитателей тропических лесов в основном зависит от особенностей самого леса. В жарком влажном климате древесная растительность развивается бурно. Кроны деревьев смыкаются в сплошной полог, почти не пропускающий света. Из-за недостатка света нет травянистого покрова, а масса растений-эпифитов оплетает густой сетью стволы и ветви деревьев. Наверху — яркий солнечный свет, контрастная игра теней, бесчисленное множество цветов и плодов, внизу — полумрак, сырость и бурый ковер мертвой листвы. Не удивительно, что подавляющее большинство животных, будь то млекопитающие или птицы, пресмыкающиеся или земноводные, приспособилось к жизни на деревьях. Настоящие наземные животные сравнительно немногочисленны и обитают лишь там, где сплошной полог леса разрывается, т. е. у опушек или по речным долинам.

Как уже говорилось, видовой состав фауны тропических лесов необычайно богат. В то же время численность животных каждого вида сравнительно невелика. Здесь легче встретить сто животных разных видов, нежели сто особей одного вида. В тропиках климат на протяжении года почти не меняется, и потому среди обитателей тропического леса нет мигрирующих животных — они все оседлы. По той же причине размножение не связано с определенным периодом, как в средних широтах, а длится круглый год.

В густом переплетении ветвей животным трудно увидеть и даже услышать друг друга. Поэтому все дневные животные, в первую очередь птицы и летающие насекомые, имеют очень яркую окраску, а ночные — громкий голос. Нигде, например, нет таких крупных и красивых бабочек, как в тропическом лесу.

Познакомимся с наиболее характерными представителями животного мира влажных тропических лесов Африки, Азии и Южной Америки.

Африка

Пожалуй, одно из самых интересных млекопитающих африканского тропического леса — окапи. Европейцам окапи стал известен лишь в начале нашего столетия, так как живет он в почти недоступных местах бассейна реки Конго. Окапи — ближайший родственник жирафа, хотя у него нет такой длинной шеи. Как и жираф, окапи питается листвой, срывая ее тонким змеевидным языком.

Сравнительно недавно узнали ученые и о другом загадочном животном — карликовом бегемоте. Он населяет небольшие лесные реки Либерии, ведет скрытный образ жизни и только ночью выходит кормиться на сушу. Карликовый бегемот очень похож на обыкновенного бегемота, но в несколько раз меньше его.

В Центральной Африке широко распространена кистеухая свинья. Среди своих сородичей — кабана, бородавочника, бабируссы — она выделяется красивым золотисто-рыжим цветом шерсти и длинными кисточками на ушах. Из многочисленных африканских антилоп в тропическом лесу живут только дукеры. Эти мелкие, изящные и пугливые животные населяют густые заросли по окраинам лесных массивов и долинам рек. В тех же местах встречается и миниатюрный африканский оленек, едва достигающий 35—40 см высоты и 10—15 кг веса. В образе жизни оленька много любопытного. Он ест не только растительную пищу, но и насекомых, пресноводных крабов, мелких позвоночных и даже падаль. При опасности оленек бросается в воду и хорошо ныряет. День проводит часто в невысокой развилке дерева, взбираясь туда по лианам.

Хищников в глубине влажных тропических лесов почти нет. Лишь в гористых участках и близ окраин леса встречается леопард и несколько видов циветт — небольших стройных длиннохвостых млекопитающих.

Отряд приматов представлен очень широко. В вершинах деревьев живут многочисленные мартышки и колобусы, из которых особенно красива гвереца — небольшая обезьяна с длинными белыми волосами на хвосте и боках, свисающими наподобие шлейфа. Горные леса Конго и Уганды — единственное место на земле, где сохранились гориллы, самые крупные из человекообразных обезьян. Гориллы живут семейными группами и большую часть времени проводят на земле, отыскивая корм — сочные побеги растений. Передвигаются они в это время на четвереньках. Значительно мельче другая человекообразная обезьяна Африки — шимпанзе. Шимпанзе встречаются по окраинам крупных массивов леса. Как и гориллы, они часто отыскивают корм на земле, однако шимпанзе значительно теснее связаны с деревьями. Численность шимпанзе в последние десятилетия сильно сократилась.

Из полуобезьян, или лемуров, для влажных тропических лесов Африки характерны потто и галаго; оба они ведут ночной образ жизни, питаются фруктами, насекомыми, птенцами и яйцами птиц. У медлительного потто большие светящиеся глаза и громкий, неприятный голос. С ним связано много афри-

Шимпанзе.

Окапи. *Внизу* — лемур галаго.

Гориллы. *Внизу* — хамелеон.

Панголин.

Пальмовая летучая мышь. *Внизу* — африканский ткачик. Эта маленькая птичка гнездится по опушкам тропического леса и в саваннах.

канских поверий, в которых этот безобидный зверек олицетворяет мрачные силы ночи.

Своеобразную группу животных представляют древесные даманы, встречающиеся только в Африке. Внешне они несколько напоминают наших сурков, но особенности строения зубов и скелета свидетельствуют, что они ближайшие родственники слонов. Питаются даманы только растениями.

В горных лесах Конго, Камеруна, Дагомеи и других стран сохранились и лесные африканские слоны. Хотя слонов, населяющих лесистые районы, и слонов из саванн считают одним видом, лесной слон заметно отличается от степного: он мельче, уши у него круглее и меньше, бивни прямее, тоньше и направлены круче вниз. Лесной слон в наше время находится на грани вымирания.

В высшей степени необычна внешность африканского панголина (помимо тропических лесов он встречается и в саваннах). Тело панголина покрыто роговыми пластинками, и свернувшееся клубком животное становится похожим на бронированный шар. С помощью длинных кривых когтей панголин может лазать по деревьям, а также разрывать жилища термитов, которыми он питается.

По берегам небольших рек обитает редкая выдровая землеройка. Образ жизни этого древнего и исключительно интересного животного совершенно не изучен.

Интересно, что почти все грызуны в тропических лесах Африки лазают по деревьям, среди них щетинистая крыса, меховой покров которой состоит из толстых, но сравнительно мягких щетинок. Здесь много белок. К наземным грызунам относится кистехвостый дикобраз, живущий в осветленных местах по берегам рек.

Птичье царство тропического леса Африки разнообразно, причем целые семейства встречаются только здесь. Таковы турако, или бананоеды, в окраске которых самым необычным образом сочетаются красные, синие, зеленые и желтые цвета. Турако всю жизнь проводят в ветвях верхнего яруса леса, питаясь плодами и ягодами. Только в Африке можно встретить древесных удодов и бородастиков. Постоянно держатся в вершинах деревьев крупные птицы-носороги; своим огромным клювом они легко раскусывают жесткие плоды.

Попугаями Африка беднее, чем Австралия или Новый Свет. Однако и их в лесах Конго и Нигера насчитывают десятки видов. Наибольшей известностью пользуется жако — некрупный попугай нежного свинцово-серого цвета с красным подхвостьем. Жако более других попугаев восприимчив

к заучиванию слов и поэтому высоко ценится любителями.

Очень красивы африканские плодоядные голуби. Общий фон окраски их ярко-зеленый, а дополнительный рисунок, характерный для каждого из четырнадцати видов, создается красными, белыми или черными перьями. Плодоядные голуби обитают на вершинах деревьев. Необыкновенно красивы также трогоны — средней величины птицы с широким клювом и длинным хвостом. Подобно нашим мухоловкам, они неподвижно сидят на верхних ветвях деревьев, а затем, внезапно взлетев, ловят крупных летающих насекомых. Конголезский павлин — единственный лесной представитель отряда куриных в Африке. Эта красивая сине-бронзовая птица, исключительно скрытная, найдена всего лишь 40 лет назад. До этого она на протяжении десятков лет была известна зоологам по одному-единственному перу. У конголезского павлина в отличие от индийского нет характерного украшения из перьев.

Отряд воробьиных представлен в тропических лесах Африки многими семействами. Из них очень интересны нектарницы, мелкие и ярко окрашенные птицы, образом жизни напоминающие американских колибри: они питаются нектаром цветов. В отличие от колибри нектарницы пьют нектар не в полете: сидя на ветке, они засовывают в чашечку цветка длинный, слегка изогнутый клюв.

В лесах Камеруна и Гвинеи живет очень редкая птица — лысая сорока, названная так за голые участки кожи на голове. Лысая сорока у местных племен считается священной.

Хамелеоны—одна из интереснейших групп древесных пресмыкающихся — встречаются почти исключительно в Африке и на Мадагаскаре. Они прекрасно приспособлены к древесному образу жизни: пальцы их попарно противопоставлены, что помогает животному держаться на тонких ветвях, хвост удивительно цепкий, глаза подвижные, окраска может быстро меняться. Всего насчитывают около 90 видов хамелеонов, из которых самые крупные достигают полуметра длины, а самые мелкие не превышают 4—4,5 см. Хамелеоны питаются преимущественно насекомыми, которых ловят, далеко выбрасывая длинный язык с присоской на конце.

К древесным пресмыкающимся относятся также некоторые гекконы и сцинки, живущие на коре деревьев. В ветвях деревьев живут зеленые змеи, необычайно красивые и подвижные; питаются они главным образом хамелеонами и мелкими птицами. Такой же образ жизни ведут мадагаскарские древесные ужи. Длинный, вырезанный по краям вырост на их морде напоминает перистый край листа. В тропических лесах Африки обитает габонская гадюка — одна из очень ядовитых змей. Живет она не на ветвях, а на земле, и окраска ее — сочетание зеленых и коричневых пятен — как нельзя лучше сливается с цветом опавших листьев, ковром устилающих почву в лесу.

Самые распространенные земноводные — древесные веслоногие лягушки. Внешне они напоминают наших квакш, красиво окрашены и всю жизнь проводят на коре и листьях деревьев. Выделения их кожи, например банановой лягушки, часто ядовиты. Икру веслоногие лягушки откладывают на листья деревьев.

В мертвой листовой подстилке, в гниющих стволах деревьев, на коре, на листьях обитает несметное множество насекомых, пауков, многоножек, моллюсков. Из насекомых преобладают муравьи, термиты, цикады. Необычайно ярки и красивы бабочки, которым почти не уступают расцветкой жуки. Жук-голиаф, житель Центральной Африки, самый крупный из жуков, стал буквально жертвой коллекционеров, сейчас он большая редкость и охраняется законом.

Юго-Восточная Азия

Тропические леса Индии, Цейлона, Малайского полуострова и прилежащих островов непохожи на леса Западной Африки. На них в гораздо большей степени сказалось влияние человека. Там, где леса сохранились в первозданном виде, преимущественно на горах и островах, они светлее, реже и ниже африканских. Огромные площади покрыты джунглями — густыми древесно-кустарниковыми зарослями, сменившими вырубленные леса.

Вместе с тем животный мир тропических лесов Азии и Африки сходен. Многие африканские семейства и роды животных представлены и в Индии, правда, обычно другими видами. Из крупных млекопитающих здесь обитают индийский слон (в небольшом количестве он сохранился на материке и на острове Цейлон), антилопа нильгау, родственная африканским куду, дикие быки — гаур, бантенг и индийский буйвол, чепрачный тапир и дикая свинья бабирусса. К лесным животным относятся и три вида азиатских носорогов — однорогий, яванский и суматранский. В отличие от своих африканских собратьев они жители не сухих саванн, а болотистых, почти непроходимых зарослей. В наше время носороги сохранились почти исключительно в заповедниках. В тро-

Чепрачный тапир. *Внизу* — гаур.

Гиббон. *Внизу* — носатая обезьяна.

пиках Азии несколько видов оленей: в равнинных и горных лесах можно встретить очень красивого аксиса, небольшого мунтжака, интересных свиных оленей, телом действительно напоминающих свинью, и, наконец, крупного замбара.

На острове Калимантан, в самых глухих участках девственного леса живет орангутан — крупная человекообразная обезьяна. Шире распространены гиббоны, также относящиеся к человекообразным обезьянам. Гиббоны обитают исключительно в вершинах

Павлин.

Долгопят.

больших деревьев, держатся семьями и на землю почти не спускаются. Более мелкие обезьяны — носатая обезьяна с Зондского архипелага и лангуры, населяющие горные леса Индии, Непала, островов Сулавеси и Калимантана. Очень интересны полуобезьяны — своеобразный долгопят с огромными глазами и длинными тонкими пальцами, тонкий и толстый лори и многочисленные тупайи — подвижные и шумные зверьки, которых из-за чисто внешнего сходства ученые долго относили к отряду насекомоядных.

Есть в тропических лесах Азии и крупные хищники — тигр и леопард. Индийский леопард относится к тому же виду, что и африканский. Однако в Индии часто встречается не пятнистая, а черная (меланистическая) форма леопарда. Его называют черной пантерой. Наконец, только на островах Зондского архипелага живет дымчатый леопард, едва ли не самая красивая в мире кошка. В лесах тропической Азии многочисленны мелкие хищники из семейства виверровых, в их числе обыкновенный мангуст. Мангусты питаются змеями, и их часто держат в домах для защиты от змей.

Здесь встречается много видов рукокрылых млекопитающих, и прежде всего крыланы, или летучие собаки. Эти крупные летучие мыши проводят день, подвесившись на ветвях высоких деревьев, а в сумерки и ночью совершают налеты на банановые плантации.

В отличие от птиц тропических лесов Африки, среди пернатых Азии и Зондского архипелага довольно много обитателей нижнего яруса леса. На земле живут банкивские куры (родоначальники домашних кур) и павлины, получившие широкую известность из-за красоты оперения. В кустарниковых зарослях скрываются многочисленные фазаны, расцвеченные всеми цветами радуги с удивительно ярким металлическим отливом.

В ветвях деревьев много плодоядных голубей, по красоте оперения не уступающих африканским, птиц-носорогов, дронго, бюль-бюлей, белоглазок, мухоловок, попугаев, из которых наибольшей известностью пользуется кольчатый попугай, листовок и нектарниц, питающихся сладким нектаром цветов. Большинство мелких птиц окрашено удивительно ярко. Например, у листовок светло-зеленое оперение; мухоловки окрашены в синий, красный и желтый цвета, тогда как их родственники из средней полосы Европы и Азии, как правило, выглядят очень скромно.

Пресмыкающихся и земноводных здесь очень много. Своеобразна ящерица летучий дракон, получив-

шая свое название за две широкие кожные складки на боках; эти складки, растягивающиеся в виде перепонки, позволяют животному переноситься в планирующем полете с одного дерева на другое. Многие лягушки из семейства квакш проводят всю жизнь на деревьях, откладывая икру в заполненные водой пазухи листьев или устраивая особые гнезда.

Центральная и Южная Америка

В Южной Америке тропические леса занимают огромную площадь бассейна реки Амазонки. Они очень сильно заболочены, участки настоящего тропического леса обычно чередуются с более или менее открытыми непроходимыми травянисто-кустарниковыми зарослями.

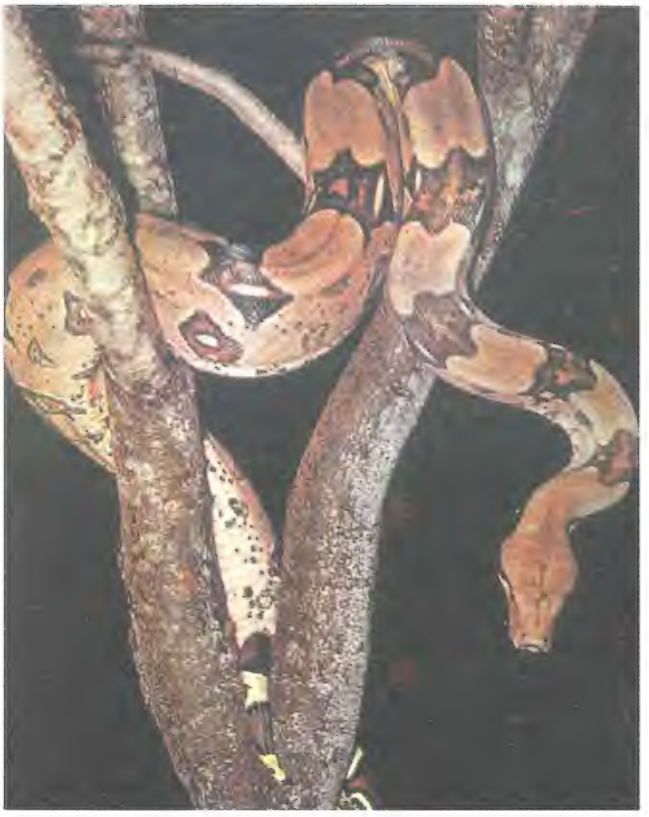
Животный мир тропических лесов Нового Света своеобразен. Он необычайно богат, и здесь почти нет животных, характерных для лесов Африки и Азии. Отряд приматов, например, представлен особым подотрядом широконосых обезьян, к которым относятся ревуны, капуцины, паукообразная обезьяна, игрунка и крошечная уистити — самая мелкая обезьяна на Земле. Лемуров в Новом Свете нет вовсе. Мелкие дикие свиньи — пекари — также очень далеки от наших кабанов и африканских бородавочников. Они живут довольно большими стадами в более сухих и осветленных местах.

Самые крупные четвероногие в тропических лесах Америки — тапиры. Они прекрасно приспособлены к жизни в болотистой местности, отлично плавают и ныряют, легко прокладывают себе дорогу сквозь самые густые заросли. Только в лесах Южной Америки встречаются ленивцы и муравьеды. Ленивцы проводят почти всю жизнь в кронах высоких деревьев, прицепившись к сучьям длинными, изогнутыми наподобие крюка когтями. Питаются они листьями. Движения этих животных очень медлительны, большую часть дня они спят, потому их и назвали ленивцами. Из-за постоянной высокой влажности воздуха в волосяном покрове ленивцев развиваются микроскопические водоросли, отчего их шкура приобретает зеленоватый оттенок. Гораздо более подвижны муравьеды. Огромными сильными когтями они разрушают прочные стенки термитников и слизывают насекомых длинным, тонким и клейким языком.

Из крупных хищников для лесов Нового Света характерен ягуар — сильный зверь, внешне несколько напоминающий леопарда, но более массивный. Из-

Игуана. Колибри. Попугай *(сверху вниз).*

Удав боа. *Внизу* — тукан.



Муравьед с детенышем.
Внизу — ленивец
с детенышем.

Тропические бабочки.

любленная пища ягуара — тапиры, пекари и крупные грызуны — агути, капибары, водосвинки. В тропической области и в Северной Америке широко распространена пума.

В тропическом лесу Нового Света много летучих мышей. Одни из них питаются насекомыми, другие — цветочным нектаром, третьи острыми резцами прокалывают кожу крупных животных (лошадей, собак, тапиров) или человека и слизывают вытекающую кровь. В слюне этих летучих мышей-вампиров есть вещества, препятствующие свертыванию крови.

Как нигде в мире разнообразно птичье население тропических лесов Южной Америки. Достаточно сказать, что в пределах такой маленькой страны, как Колумбия, обитает более полутора тысяч видов птиц! Одни из самых замечательных птиц, свойственных только Новому Свету,— колибри. Их насчитывают более 200 видов. Колибри — самые мелкие среди пернатых, многие из них едва достигают величины шмеля. Питаются колибри только цветочным нектаром, причем определенные виды их связаны строго с каким-то одним растением, к форме цветка которого приспособлен клюв птицы.

Только в лесах Центральной и Южной Америки живут туканы — ярко окрашенные птицы с массивным плоским клювом. Туканы — типичные обитатели вершин деревьев, где они кормятся плодами. Не уступают по красоте туканам дятлы и трогоны. Квезал, длиннохвостая ярко-зеленая с красным брюшком птица, стал символом свободы в Гватемале.

Очень разнообразны попугаи Нового Света. Здесь встречаются и крупные яркие ары, и более мелкие зеленые амазонские попугаи, и совсем крохотные воробьиные попугайчики. По заросшим берегам лесных речек встречается гоацин. Птенцы гоацина имеют на крыльях зачаточные пальцы с когтями, с помощью которых они могут лазать по ветвям деревьев.

Из пресмыкающихся характерны ящерицы игуаны, многие из них чисто древесные животные. Большинство игуан имеют ярко-зеленую окраску, маскирующую их среди листвы. Много в тропических лесах Нового Света и змей. Наибольшей известностью пользуется куфия, или копьеголовая змея, которую называют также жараракой. Это одна из самых ядовитых змей. Не менее известна и анаконда — самый крупный современный удав.

Огромное количество древесных лягушек — также одна из характерных черт тропического леса Южной Америки. Многие из них окрашены необычайно ярко и сильно ядовиты. Из кожных выделений этих лягушек изготовляют яд для стрел. Связь древесных лягушек с верхним ярусом леса так велика, что они даже для размножения не спускаются в воду, а приобрели ряд биологических приспособлений, позволяющих откладывать икру высоко над землей: одни виды носят икру на себе, другие устраивают гнезда на листьях, третьи используют дупла деревьев.

По богатству форм и раскраске беспозвоночные не уступают позвоночным животным. Огромные яркие бабочки и жуки, многочисленные виды муравьев, многоножки, пауки — все это неотъемлемая часть животного мира лесов Амазонки. Особенно выделяется гигант среди пауков — паук-птицеед, который охотится на мелких птиц.

Новая Гвинея

Новая Гвинея покрыта горными тропическими лесами, животный мир их несколько беднее, чем лесов Южной Азии и Зондских островов. На Новой Гвинее практически нет крупных млекопитающих, а мелкие (грызуны) представлены почти теми же группами,

что и на близлежащих островах Калимантан и Сулавеси. Вместе с тем в фауне заметна связь с Австралией. Так, на Новой Гвинее живет ехидна, одно из древнейших и примитивных млекопитающих из отряда однопроходных, есть здесь и сумчатые — несколько видов древесных кенгуру и кускусов.

Только на Новой Гвинее распространены райские птицы, их здесь десятки видов. По красоте и разнообразию оперения райские птицы не имеют соперников. Местные жители использовали их шкурки и перья для изготовления ритуальных нарядов, а европейцы — для украшения дамских шляп; это привело к тому, что райские птицы оказались под угрозой полного исчезновения. Сейчас принят закон об их охране.

Только на Новой Гвинее живут и крупные венценосные голуби, получившие свое название за пышный хохол из своеобразных перьев. Венценосные голуби легко размножаются в неволе, и сейчас их немало в зоопарках.

Крокодилы

Известно ли вам, что крокодилы — более близкие родственники динозавров, вымерших почти 60 млн. лет назад, и современных птиц, чем других пресмыкающихся? Ряд особенностей организации крокодилов — совершенство нервной, кровеносной и дыхательной систем и другие — позволяет считать их наиболее высокоорганизованными из всех ныне живущих пресмыкающихся. Эта группа животных существует на Земле уже около 150 млн. лет.

Крокодилы прекрасно приспособлены к водному образу жизни. У них ящерицеобразное тело, длинный, сжатый с боков хвост, перепонки на задних лапах, плоская голова, ноздри и глаза приподняты и расположены на верхней стороне головы, поэтому крокодилы могут держаться в воде, выставив над ее поверхностью лишь глаза и ноздри.

Современные крокодилы населяют различные пресные водоемы тропиков и субтропиков. Немногие виды встречаются и в солоноватой воде устьев тропических рек, впадающих в море. Лишь гребнистый крокодил заплывает далеко в открытое море.

Бóльшую часть суток крокодилы проводят в воде, выходя на прибрежные отмели утром и ближе к вечеру — погреться в солнечных лучах. Охотятся крокодилы ночью, пожирая любую добычу, с которой могут справиться. Взрослые крокодилы расправляются и с крупными млекопитающими, когда они переплывают реки или озера. Крокодилы опасны для человека в разной степени. Одни никогда не нападают на человека, другие нападают часто (гребнистый крокодил), третьи (например, нильский крокодил) опасны лишь в некоторых местностях.

Живут крокодилы от 80 до 100 лет. Врагов у взрослых крокодилов мало, если исключить человека. Люди истребляют крокодилов главным образом ради кожи. В некоторых местах приняты меры по охране этих животных, так как им грозит полное уничтожение.

Известен 21 вид современных крокодилов, группирующихся в 3 семейства: аллигаторы, настоящие крокодилы, гавиалы.

Аллигаторы обитают главным образом в Новом Свете, исключение составляет китайский аллигатор. Виды настоящих крокодилов встречаются в тропическом поясе Азии, Африки, Америки, Австралии, на островах Вест-Индии, Индо-Малайского архипелага и Океании. Единственный вид современных гавиалов — гангский гавиал — обитает в Азии.

Нильский крокодил.

Животный мир африканских саванн

В экваториальном поясе Африки огромную площадь занимают саванны. Это плоские или слегка всхолмленные равнины, где открытые, поросшие злаками участки чередуются с группами деревьев или густыми зарослями колючих кустарников. В сезон дождей саванна покрывается высокой травой, которая с наступлением засушливого периода желтеет и выгорает. Земледелие в области саванн почти не развито, и главное занятие местного населения — скотоводство.

Животный мир саванны — явление уникальное. Ни в одном уголке Земли на памяти человечества не было такого изобилия крупных животных, как в африканских саваннах. Еще в начале XX в. бесчисленные стада травоядных животных кочевали на просторах саванн, переходя с одного пастбища на другое или в поисках водопоев. Им сопутствовали многочисленные хищники — львы, леопарды, гиены, гепарды. За хищниками следовали пожиратели падали — грифы, шакалы.

Коренное население Африки занималось охотой издавна. Однако, пока человек был вооружен примитивно, сохранялось своего рода равновесие между убылью животных и приростом их поголовья. С приходом белых колонизаторов, вооруженных огнестрельным оружием, положение коренным образом изменилось. Из-за неумеренной охоты численность животных быстро сократилась, а некоторые виды, как, например, квагга, белохвостый гну, голубая лошадиная антилопа, были истреблены полностью. Огораживание частных владений, прокладка дорог, степные пожары, распашка значительных площадей и расширение скотоводства усугубили бедственное положение диких животных. Наконец, европейцы, безуспешно пытаясь бороться с мухой цеце, устроили грандиозную бойню, и более 300 тыс. слонов, жирафов, буйволов, зебр, гну и других антилоп было расстреляно из винтовок и пулеметов с автомашин. Много животных погибло и от чумы, занесенной с рогатым скотом. Сейчас можно проехать сотни километров по саваннам и не встретить ни одного крупного животного.

К счастью, нашлись дальновидные люди, которые настояли на создании заповедников, где всякая охота и хозяйственная деятельность были запрещены. Правительства новых независимых государств Африки, сбросивших иго колониализма, укрепили и расширили сеть таких заповедников — последних убежищ диких животных. Только там может еще человек любоваться видом первобытной саванны.

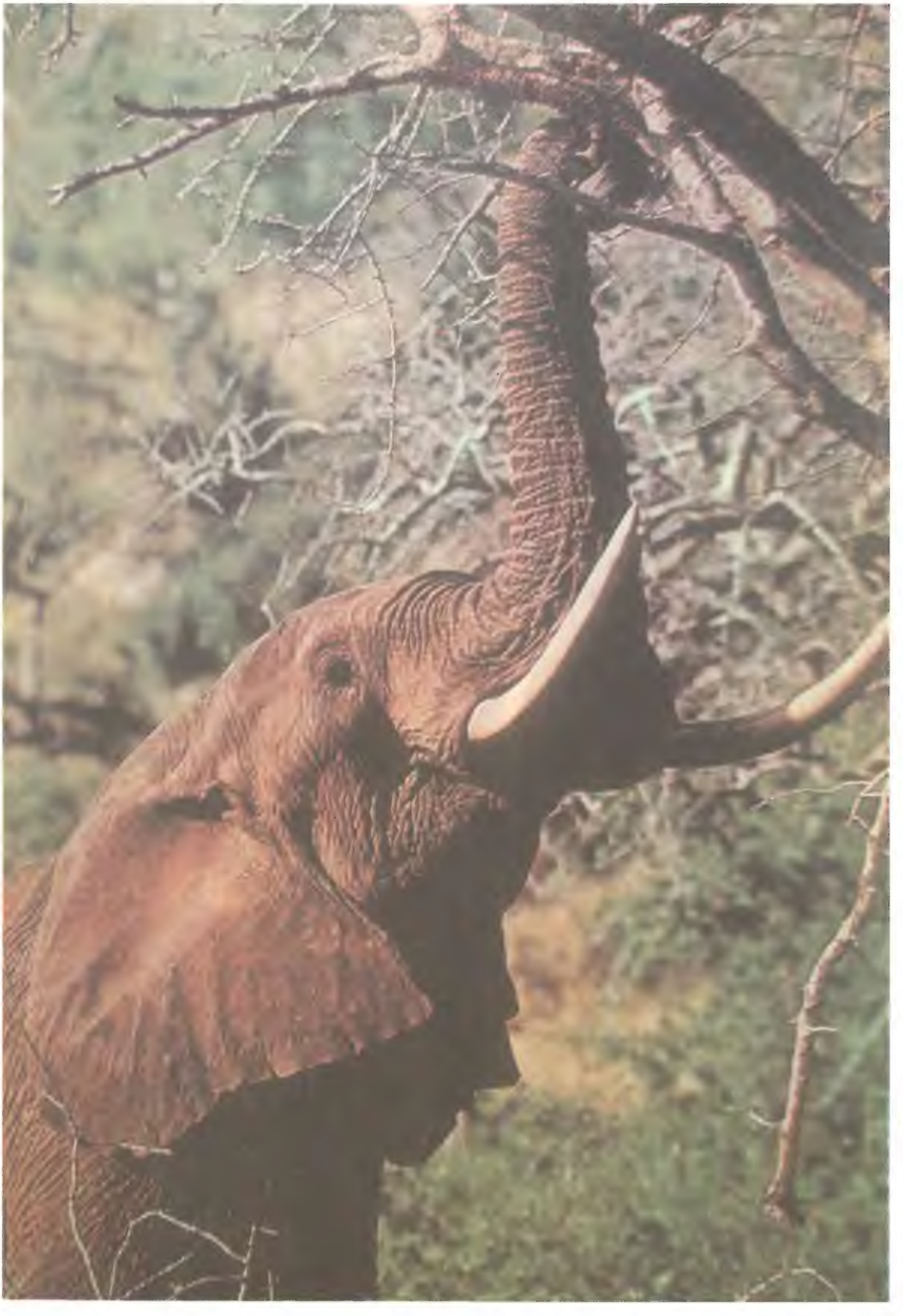
Среди многих видов копытных, населяющих африканские саванны, самые многочисленные — голубые гну, относящиеся к подсемейству коровьих антилоп. Внешность гну настолько своеобразна, что его узнаешь с первого взгляда: короткое плотное тело на тонких ногах, тяжелая, обросшая гривой и украшенная острыми рогами голова, пушистый, почти лошадиный хвост. Рядом со стадами гну всегда можно встретить табунки африканских лошадей — зебр. Также характерны для саванны, но более малочисленны газели — газель Томсона, которую издали можно узнать по черному, постоянно подергивающемуся хвосту, и более крупная и светлая газель Гранта. Газели — самые изящные и быстрые антилопы саванны.

Голубые гну, зебры и газели составляют основное ядро травоядных животных. К ним присоединяются, порой в большом числе, рыжие, похожие на газелей импалы, громадные тяжеловесные канны, внешне нескладные, но исключительно быстроногие конгони, с узкой длинной мордой и круто загнутыми S-образными рогами. Местами встречается много серовато-бурых длиннорогих водяных козлов, родственников конгони,— топи, которых можно узнать по фиолетово-черным пятнам на плечах и ляжках, болотных козлов — некрупных стройных антилоп с красивыми лировидными рогами. К редким антилопам, которых даже в заповедниках можно встретить лишь случайно, относятся ориксы, длинные прямые рога которых напоминают шпагу, могучие лошадиные антилопы и обитатели кустарниковой саванны— куду. Закрученные в пологую спираль рога куду по праву считаются красивейшими.

Одно из типичнейших животных африканской саванны — жираф. Когда-то многочисленные, жирафы стали одной из первых жертв белых колонистов: из их огромных шкур делали крыши для повозок. Сейчас жирафы повсеместно под охраной, но численность их невелика.

Самое крупное наземное животное — африканский слон. Особенно велики слоны, обитающие в саваннах,— так называемые степные слоны. От лесных они отличаются более широкими ушами и мощными бивнями. К началу нашего столетия численность слонов так сократилась, что возникла опасность их полного исчезновения. Благодаря введенной повсеместно охране и созданию заповедников сейчас слонов в Африке стало даже больше, чем было сто лет назад. В основном они живут в заповедниках и, вынужденные кормиться на ограниченной территории, быстро разрушают растительность.

Еще более сильные опасения вызывала судьба черного и белого носорогов. Их рога, которые ценятся в четыре раза дороже, чем слоновая кость, издавна были вожделенной добычей браконьеров. Заповедники помогли сохранить и этих животных.

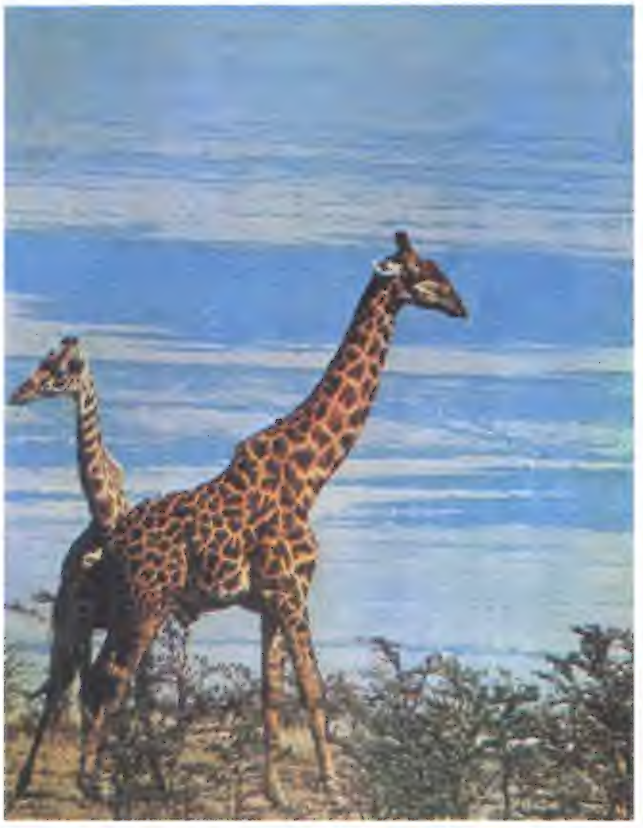


Африканский слон.

Большой куду. *Внизу* — газель Гранта.

Антилопа конгони. *Внизу* — орикс.

Жирафы. *Внизу* — импала.



Зебра. Голубой гну. Бородавочник *(сверху вниз).*

Африканские буйволы.

Черный носорог
и шпорцевый чибис.

В африканских саваннах много хищников. Среди них первое место, несомненно, принадлежит льву. Львы живут обычно группами — прайдами, в состав которых входят как взрослые самцы и самки, так и подрастающая молодежь. Обязанности между членами прайда распределены очень четко: более легкие и подвижные львицы обеспечивают прайд пищей, а на долю крупных и сильных самцов приходится охрана территории. Добычу львов составляют зебры, гну, конгони, но при случае львы охотно едят и более мелких животных и даже падаль.

Очень интересны взаимоотношения львов с другим хищным животным африканской саванны — пятнистой гиеной. Считалось, что гиена питается главным образом остатками от трапез львов, что она труслива, малоподвижна и самостоятельно почти не охотится. Исследования последних лет показали, что это не так. Оказалось, что гиены охотятся ночью (именно поэтому об охоте гиен ничего не знали), что они легко убивают даже такую крупную добычу, как гну и зебра, и что не гиены «паразитируют» на львах, а львы — на гиенах! Заслышав голоса гиен,

Леопард. Гепард. Птица-секретарь кормит птенца *(сверху вниз)*.

Львы. *Внизу* — рогатый ворон.

Гиена с детенышами.

овладевших добычей, львы тотчас спешат туда и отгоняют гиен. Бывает, что гиены не отступают и вынуждают льва удалиться. Как показали опыты, львов легко приманить, если проигрывать магнитофонную запись переклички гиен. Кстати, только в последнее время стало достоверно известно, что гиены нередко нападают на людей и весьма опасны.

Из других хищников саванны следует упомянуть леопарда и гепарда. Эти внешне несколько похожие, но совершенно разные по образу жизни крупные кошки сейчас стали довольно редки. Главную добычу гепарда составляют газели, леопард же более универсальный охотник: помимо мелких антилоп он успешно добывает африканских диких свиней — бородавочников и особенно павианов. Когда в Африке истребили почти всех леопардов, павианы и бородавочники, размножившись, стали настоящим бедствием для посевов. Леопардов пришлось взять под охрану.

Африканские саванны необычайно богаты птицами. Только в саванне живет самая крупная из современных птиц — африканский страус. Деревья часто бывают сплошь увешаны гнездами ткачиков многих видов, которые вне периода размножения многотысячными стаями кочуют в поисках пищи и нередко полностью уничтожают урожай проса и пшеницы. В кустарниковой саванне особенно бросаются в глаза родичи наших кур — цесарки, многочисленные виды горлиц, сизоворонок, щурок. На открытых местах охотятся на ящериц, змей и саранчу и птица-секретарь и рогатые вороны, бегают беспокойные шпорцевые чибисы, перелетают жаворонки и каменки. В воздухе почти всегда можно видеть орла-скомороха — крупного куцего хищника, выделывающего в полете неожиданные пируэты. Там, где колючий кустарник образует сплошные заросли, отыскивают корм ослепительно яркие птицы — блестящие скворцы. Наконец, по спинам слонов, носорогов и буйволов лазают, точно поползни, небольшие оливково-бурые птички с красным клювом. Это буйволовы птицы, или волоклюи, которые постоянно сопровождают крупных зверей, поедая на них клещей и других паразитов.

Картина животного мира африканской саванны будет неполной, если не упомянуть термитов (см. ст. «Общественные насекомые»). Эти насекомые пред-

Цесарки.

Марабу. *Внизу* — африканские страусы.

ставлены в Африке десятками видов. Они — одни из главных потребителей растительных остатков. Постройки термитов, которые у каждого вида имеют свою особую форму,— характернейшая деталь ландшафта саванн.

Животный мир саванны на протяжении длительного времени развивался как единое самостоятельное целое. Поэтому степень приспособленности всего комплекса животных друг к другу и каждого отдельного вида к конкретным условиям очень высока. К таким приспособлениям относится в первую очередь строгое разделение по способу питания и составу главных кормов. Растительный покров саванны только потому может прокормить огромное количество животных, что одни виды используют траву, другие — молодые побеги кустарников, третьи — кору, четвертые — почки и бутоны. Более того, те же побеги разные виды животных берут с разной высоты. Слоны и жирафы, например, кормятся на высоте кроны дерева, жирафовая газель и большой куду дотягиваются до побегов, расположенных в полутора-двух метрах от земли, а черный носорог, как правило, срывает побеги у самой земли. Такое же разделение наблюдается и у чисто травоядных животных: то, что нравится гну, совершенно не привлекает зебру, а зебра, в свою очередь, с удовольствием щиплет траву, мимо которой газели проходят равнодушно.

Второе, что делает саванну высокопродуктивной,— это большая подвижность животных. Дикие копытные почти постоянно на ходу, они никогда не выбивают пастбища так, как это делает домашний скот. Регулярные миграции, т. е. передвижения, травоядных животных африканской саванны, охватывающие сотни километров, позволяют растительности полностью восстановиться за сравнительно короткий срок. Не удивительно, что в последние годы возникло и окрепло представление о том, что разумная, на научной основе эксплуатация диких копытных сулит большие перспективы, нежели традиционное скотоводство, примитивное и малопродуктивное. Сейчас эти вопросы интенсивно разрабатываются в ряде стран Африки.

Животный мир африканской саванны имеет огромное культурно-эстетическое значение. Нетронутые уголки с первозданной богатой фауной буквально притягивают сотни тысяч туристов. Каждый африканский заповедник — источник радости для многих и многих людей.

Австралия — единственный континент, где сохранились сумчатые животные. *На снимке:* сумчатый медведь коала.

В Австралии сохранились и древнейшие млекопитающие отряда однопроходных — утконос и ехидна. *На снимке:* утконос.

Игуана с Галапагосских островов — безобидная травоядная ящерица — только выглядит так устрашающе.

Внизу — «дракон с острова Комодо» — так называют эту гигантскую хищную ящерицу, напоминающую вымерших динозавров.

Горные животные

Условия жизни в горах сильно отличаются от равнинных. По мере подъема в горы климат изменяется: понижается температура воздуха, возрастает сила ветра, а часто и количество осадков, зима становится продолжительнее. Высоко в горах воздух разрежен, дышать трудно. Характер растительности от подножия гор до вершин сменяется на протяжении всего нескольких тысяч метров, считая по вертикали (см. ст. «Растительность высоких гор»).

Природные условия в горах изменяются не только с высотой, но и при переходе с одного склона на другой. Иногда даже соседние участки одного и того же склона различаются климатом и растительностью. Все зависит от положения участка по отношению к странам света, крутизны склонов и их открытости влажным или сухим ветрам.

Разнообразны жизненные условия в горах, богат и разнообразен их животный мир. В среднем поясе гор, где климат еще не слишком суровый и есть леса, как правило, встречается значительно больше видов животных, чем на такой же площади прилегающей равнины. Богат животный мир на сравнительно узкой полосе верхнего предела леса, особенно на субальпийских опушках. Выше число видов животных начинает заметно убывать. Вершины высоких гор, где лежат вечные снега, почти лишены жизни.

В Альпах следы серн видели на вершине Монблана (4807 м). Очень высоко в горы — почти до 6 тыс. м — заходят горные козлы, некоторые виды баранов и яки. Изредка вслед за ними поднимается сюда снежный барс — ирбис. Из позвоночных животных еще выше проникают лишь грифы, орлы и немногие другие птицы. Бородача-ягнятника видели в Гималаях на высоте 7,5 тыс. м, а кондора — в Андах на еще большей высоте. При восхождении на Джомолунгму (Эверест) альпинисты наблюдали на высоте 8100 м альпийских галок. Гнездо снежной куропатки с кладкой яиц было найдено в Непальских Гималаях на высоте почти 5,7 тыс. м.

Нередко одни и те же животные встречаются в нескольких зонах гор, но, как правило, их численность бывает значительной лишь в одной из них, наиболее пригодной для жизни данного вида. Большое число видов за пределами одной или двух наиболее свойственных им зон встречается редко или совсем не встречается, и лишь немногих можно увидеть в разных зонах гор. Поэтому в каждой горной зоне свой животный мир. Его составляет, как правило, целый ряд видов близких или тождественных встречающимся в фауне соответствующей широтной зоны Земли. Например, в тундровом поясе гор южной Сибири, называемом здесь гольцами, можно наблюдать северного оленя, тундряную куропатку и рогатого жаворонка, характерных для северных тундр.

Животный мир альпийского пояса гор Европы, Азии, Северной Америки и в меньшей мере Северной Африки в общих чертах однороден. Это объясняется тем, что на высокогорьях Северного полушария условия жизни сходны, а ядро фауны гор происходит из общих центров видообразования — гор Центральной Азии и некоторых других горных областей.

Многие горные животные живут лишь там, где есть скалы. Горные козлы, снежный баран, архар, а также горал и кабарга спасаются в скалах от хищников. Птицы — скалистый голубь, стрижи и краснокрылый стенолаз — находят там удобные места для гнездования, скрываются от непогоды. Стенолаз ползает по отвесным скалам, как дятел по стволу дерева. Своим порхающим полетом эта маленькая птица с ярко-малиновыми крыльями напоминает бабочку.

Во многих горах образуются каменистые осыпи; с ними связана жизнь горной пищухи, называемой также сеноставкой, снежной полевки и некоторых других грызунов. Во второй половине лета все они усердно собирают травинки и веточки кустарников с листьями, раскладывают их на камнях для просушки, а потом уносят сено под укрытия из камней.

Своеобразные природные условия жизни в горах отразились на внешнем облике постоянно обитающих там животных, на форме их тела, образе жизни и повадках. У них выработались характерные приспособления, помогающие в борьбе за существование. У горных козлов, серны и американской снежной козы крупные подвижные копыта, способные широко раздвигаться. По краям копыт — с боков и спереди — хорошо выражен выступ (рант), подушечки пальцев относительно мягкие. Все это позволяет животным при движении по скалам и крутым склонам цепляться за еле заметные неровности и не скользить при беге по обледенелому снегу. Роговое вещество их копыт очень прочно и быстро отрастает, поэтому копыта никогда не «изнашиваются» от стирания об острые камни. Строение ног горных копытных позволяет им делать большие прыжки на крутых склонах и быстро достигать скал, где можно укрыться от преследования.

Днем в горах преобладают восходящие течения воздуха. Это благоприятствует парящему полету крупных птиц — бородача-ягнятника, орлов и грифов. Паря в воздухе, они издалека могут заметить падаль или живую добычу. Для гор характерны и птицы с быстрым, стремительным полетом: кавказ-

Дагестанский тур.
Внизу — снежная коза.

Альпийские козлы.

ский горный тетерев, горная индейка, или улар, стрижи.

Летом высоко в горах холодно, поэтому там почти нет пресмыкающихся: в большинстве они теплолюбивы. Выше других проникают лишь живородящие виды пресмыкающихся: некоторые ящерицы, гадюки, на севере Африки — хамелеоны. В Тибете на высоте более 5 тыс. м встречается ящерица живородящая круглоголовка. Круглоголовки, живущие на равнинах, где климат теплее, кладут яйца. Сказанное о пресмыкающихся в большой мере справедливо и для земноводных, хотя они и проникают в горы чуть выше — до 5,5 тыс. м. Из земноводных, распространенных в нашей стране, выше других в горы проникают малоазиатская лягушка и серая, или обыкновенная, жаба. Верхний предел вертикального распространения рыб — около 5 тыс. м.

Як. Длинная и густая шерсть на животе и боках служит ему своеобразной подстилкой.

Снежный барс, или ирбис.

Пышное оперение горных птиц и густой мех зверей оберегают их от холода. У живущего в высокогорьях Азии ирбиса необычайно длинный и пушистый мех, а у его тропического родича — леопарда шерсть короткая и более редкая. Звери, живущие в горах, линяют весной гораздо позже, чем животные равнин, а осенью шерсть у них начинает отрастать раньше.

Колибри в высокогорьях Анд гнездятся в пещерах большими обществами, что способствует согреванию птиц. В холодные ночи они впадают в оцепенение, сводя таким образом к минимуму расход энергии на обогрев тела, температура которого может понижаться до 14°.

Одно из замечательных приспособлений к жизни в горах — вертикальные кочевки — миграции. С наступлением осени, когда высоко в горах становится холодно, начинаются снегопады и, самое главное, труднее становится добывать пищу, многие животные откочевывают ниже по склонам гор.

Значительная часть птиц, обитающих в горах Северного полушария, на зиму улетает к югу. Большинство птиц, остающихся зимовать в горных районах, спускаются в нижние зоны, часто к самым предгорьям и окрестным равнинам. На большой высоте проводят зиму очень немногие птицы, например горная индейка. На Кавказе она обычно держится близ мест, где пасутся туры — ближайшие родичи горных козлов. Снег здесь бывает разрыт их копытами, и птице легче найти корм. Громкий, тревожный крик осторожного улара предупреждает туров об опасности.

Олени, косули и кабаны, летом встречающиеся в горах вплоть до альпийских лугов, осенью спуска-

Грифы.

Кондор. *Внизу* — горная индейка, или улар.

ются в лес. Сюда же уходят на зиму многие серны. Туры и другие горные козлы откочевывают ближе к верхней границе леса, поселяясь на крутых скалистых склонах. Часть их спускается в лес. Иногда они перебираются на южные склоны, где на альпийских лугах снег стаивает в первые же часы или дни после снегопада, как это бывает в горах Кавказа, либо уходят на более крутые наветренные склоны, где снег сдувается ветрами. В горах Сибири по «выдувам» часто зимуют северные олени, поднимающиеся сюда из леса. Если снег слишком глубок и плотен и наземные лишайники в гольцах недоступны северным оленям, они уходят обратно в лес и кормятся там древесными лишайниками.

Вслед за дикими копытными перекочевывают и охотящиеся на них хищники — волки, рыси, ирбисы.

Разнообразие природных условий в горах позволяет животным находить места для зимовки вблизи тех районов, где они живут летом. Поэтому сезонные кочевки животных в горах, как правило, значительно короче, чем кочевки зверей и птиц на равнинах.

В горах Алтая, Саян и северо-восточной Сибири дикие северные олени совершают сезонные кочевки в пределах 10—20 км, а их сородичи, обитающие на Крайнем Севере, для того чтобы достичь места зимовки, проделывают путь в несколько сотен километров. Весной по мере таяния снега животные, спустившиеся вниз, откочевывают обратно в верхние зоны гор.

Серны, горные козлы и другие копытные, живущие в горах, нередко гибнут зимой и ранней весной во время снежных обвалов.

Высокогорные насекомые:
слева — ледниковая блоха;
справа — ногохвостка.

Из горных животных в разное время и в разных частях света человек одомашнил козу, в Азии — яка, в Южной Америке — ламу и альпаку. Яка и ламу используют в горах главным образом для перевозки грузов вьюком; самки яка дают очень жирное молоко. Альпака, как и лама, принадлежит к группе верблюдов Нового Света (американских мозоленогих); она дает тонкую шерсть, превосходящую по качеству овечью.

Мы еще ничего не сказали о беспозвоночных животных — насекомых и пауках, между тем именно они, а не звери и птицы, постоянные обитатели больших высот. Ученые Индии и других стран обнаружили в Гималаях на высоте от 3500 до 6000 м над уровнем моря несколько сотен видов оседло живущих здесь членистоногих — мух, ногохвосток, жуков, тлей, бабочек, поденок, саранчовых, клещей, многоножек и др. В 1924 г. при попытке восхождения на Джомолунгму участники экспедиции обнаружили деятельных пауков-скакунов на высоте 6600 м. Это пока высший предел, на котором были найдены в горах живые беспозвоночные животные.

Сильные восходящие течения воздуха приносят из более низких зон гор и с равнин массы пыльцы растений, особенно можжевельника и других хвойных пород, споры, семена, а также тлей, крылатых муравьев, мошек, комаров, бабочек и др. Известны случаи переноса тлей ветром на расстояние до 1280 км. По наблюдениям индийского энтомолога Мани в весенне-летние месяцы на горе Пир-Пинджал в Гималаях на высоте 3,5—4 км на участке снежного поля площадью около 10 м^2 за 20 мин отлагалось не менее 400 мертвых членистоногих разных видов. Особенно много органических остатков скапливается у подножия и в трещинах скал. За счет их и живут многие высокогорные насекомые и пауки. Пыльцой хвойных кормятся, в частности, мелкие насекомые подуры, или ледниковые блохи, живущие непосредственно на снежных и фирновых полях.

Группировки беспозвоночных животных, существующих за счет органических остатков, приносимых горными бризами, называют эоловыми (Эол — бог ветров в древнегреческой мифологии). По характеру и происхождению их пищи, поступающей из других вертикальных зон, они сходны с глубоководными группировками животных, в конечном счете существующими за счет органических остатков, опускающихся на дно океанов из верхних слоев воды (см. ст. «Животный мир морей и океанов»).

Насекомые в горах часто живут под камнями; летом в солнечные часы камни сильно нагреваются, и температура воздуха вблизи них бывает выше, чем в других местах. В качестве убежищ насекомые используют также трещины земли и расщелины в скалах, редкие пятна ковров высокогорных растений, почву, небольшие водоемы и даже снег. Большинство горных насекомых имеют мелкие размеры, живущие под камнями — плоскую форму тела, благодаря чему они успешнее могут найти убежище. Особенно много насекомых встречается близ кромки тающего снега, где воздух и почва более влажные и где всего легче найти корм — органические остатки, вынесенные талой водой. Низкая плотность атмосферы и связанное с этим малое содержание в ней кислорода не оказывают заметного отрицательного влияния на насекомых.

Долгую зиму насекомые проводят под толщей снежного покрова. Летом они обычно активны в часы, когда ярко светит солнце; поэтому у них периоды интенсивной жизни и покоя нередко чередуются по нескольку раз в течение дня. Но некоторых насекомых наблюдали в деятельном состоянии и тогда, когда в горах начинался снегопад и столбик термометра показывал несколько градусов мороза. Необычно устойчивы к холоду подуры. На равнинах бабочки-ночницы деятельны в сумерки и ночью, на высокогорьях они ведут дневной образ жизни: ночью воздух для них слишком холоден.

Многие насекомые в горах имеют темную окраску и сильно пигментированы (пятнисты). Это лучше предохраняет насекомых от чрезмерного облучения ультрафиолетовыми лучами, очень интенсивными в горах.

У некоторых видов бабочек, шмелей и ос, обитающих высоко в горах, тело густо опушено — это уменьшает потерю тепла. Последнему способствует и укороченность усиков и ножек. Высоко в горах пчелы и шмели крайне редки, и здесь основную роль в опылении цветов играют мухи и другие двукрылые и бабочки.

Сильные ветры в горах затрудняют жизнь летающим насекомым. Ветер часто заносит их на снежные поля и ледники, где они гибнут. В результате длительного естественного отбора в горах возникли виды насекомых с сильно укороченными, недоразвитыми крыльями, совсем утратившие способность к активному полету. Ближайшие родичи их, живущие на равнинах, крылаты и могут летать.

Очень своеобразны условия жизни в экваториальных высокогорьях Африки — на горах Килиманджаро (5895 м), Рувензори (5119 м) и др. Если сезонные различия в температуре воздуха в этих горах на высоте 4—4,5 км над уровнем моря незначительны, то суточные ее колебания исключительно велики. В поясе альпийской пустыни температура воздуха ночью почти всегда опускается ниже нуля, днем же при температуре воздуха около 6° поверхность почвы, освещенная солнцем, нагревается до 70° и выше. Поэтому почти все животные активны здесь лишь рано утром и поздно вечером, в общей сложности не больше 2—3 ч. На остальное время суток все живое прячется и скрывается в норах, трещинах в земле, под камнями, и только в облачные дни деятельная жизнь продолжается дольше.

В окраске горных экваториальных насекомых обычно преобладают блеклые, пустынные тона; у части насекомых, наоборот, хитиновая поверхность тела блестящая, серебристая, способствующая отражению солнечных лучей. Для жуков характерны яркая расцветка и округлость надкрылий, образующих как бы свод над брюшком; воздушная прослойка под сводом надкрылий предохраняет жука от перегрева.

Таким образом, у насекомых экваториальных высокогорий сочетаются приспособления к защите как от очень низких температур, так и от чрезмерно высоких.

Много интересных страниц из жизни животных гор еще не прочитано и ждет молодых пытливых натуралистов.

Животные почвы

Есть мир, скрытый от нас, недоступный непосредственному наблюдению,— своеобразный мир животных почвы. Там вечный мрак, туда не проникнешь, не нарушив естественного строения почвы. И только отдельные, случайно замеченные признаки показывают, что под поверхностью почвы среди корней растений существует богатый и разнообразный мир животных. Об этом говорят порой холмики над норками кротов, отверстия нор суслика в степи или норок береговых ласточек в обрыве над рекой, кучки земли на дорожке, выброшенные земляными червями, и сами они, выползающие после дождя, а также неожиданно появляющиеся буквально из-под земли массы крылатых муравьев или жирные личинки майских жуков, которые попадаются в земле.

Как среда обитания животных почва сильно отличается от воды и воздуха. Попробуйте взмахнуть рукой в воздухе — вы не заметите почти никакого сопротивления. Проделайте то же в воде — вы почувствуете значительное сопротивление среды. А если опустить руку в яму и засыпать землей, не то что пошевелить ею, но и обратно вытащить ее будет трудно. Понятно, что животные могут сравнительно быстро двигаться в почве лишь в естественных пустотах, трещинах или ранее прорытых ходах. Если ничего этого на пути нет, то продвинуться животное может, только прорывая ход и отгребая землю назад либо заглатывая землю и пропуская ее через кишечник. Скорость движения при этом, конечно, будет незначительной.

Всякому животному, чтобы жить, необходимо дышать. Для дыхания в почве иные условия, чем в воде или в воздухе. В состав почвы входят твердые частицы, вода и воздух. Твердые частицы в виде небольших комочков занимают немногим более половины объема почвы; остальной объем приходится на долю промежутков — пор, которые могут быть заполнены воздухом (в сухой почве) или водой (в почве, насыщенной влагой). Как правило, вода покрывает тонкой пленкой все почвенные частицы; остальное пространство между ними занято воздухом, насыщенным водяными парами.

Благодаря такому строению почвы в ней живут многочисленные животные, которые дышат через кожу. Если их вынуть из земли, они быстро погибают от высыхания кожных покровов. Больше того, в почве живут сотни видов настоящих пресноводных животных, населяющих реки, пруды и болота. Правда, это все микроскопические существа — низшие черви и одноклеточные простейшие. Они двигаются, плавают в пленке воды, покрывающей почвенные частицы.

Если почва высыхает, эти животные выделяют защитную оболочку и как бы засыпают, впадают в состояние *анабиоза*.

В почвенный воздух кислород поступает из атмосферы: количество его в почве на 1—2% меньше, чем в атмосферном воздухе. Кислород потребляют в почве и животные, и микроорганизмы, и корни растений при дыхании. Все они выделяют углекислый

Дождевой червь.

Медведка.

газ. В почвенном воздухе его в 10—15 раз больше, чем в атмосфере. Свободный газообмен почвенного и атмосферного воздуха происходит только в том случае, если поры между твердыми частицами не сплошь заполнены водой. После сильных дождей или весной, после таяния снега, почва насыщается водой. Воздуха в почве становится недостаточно, и под угрозой гибели многие животные ее покидают. Этим и объясняется появление земляных червей на поверхности после сильных дождей, что вы, наверное, нередко наблюдали.

Среди почвенных животных встречаются и хищники и такие, которые питаются частями живых растений, главным образом корнями. Есть в почве и потребители разлагающихся растительных и животных остатков; возможно, в их питании немалую роль играют и бактерии.

Свою пищу почвенные животные находят либо в самой почве, либо на ее поверхности. Жизнедеятельность многих из них очень полезна. Особенно полезны дождевые черви. Они затаскивают в свои норы огромное количество растительных остатков, что способствует образованию перегноя и возвращает в почву вещества, извлеченные из нее корнями растений.

В лесных почвах беспозвоночные, особенно дождевые черви, перерабатывают более половины всех опавших листьев. За год на каждом гектаре они выбрасывают на поверхность до 25—30 т переработанной земли, создавая тем самым хорошую, структурную почву. Если распределить эту землю равномерно по всей поверхности гектара, то получится слой в 0,5—0,8 см. Поэтому дождевых червей справедливо считают важнейшими образователями почвы.

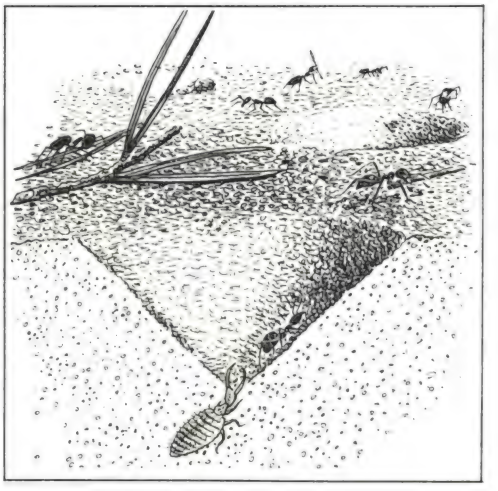
В почве «работают» не только дождевые черви, но и их ближайшие родственники — более мелкие беловатые кольчатые черви (энхитреиды, или горшечные черви), а также некоторые виды микроскопических круглых червей (нематоды), мелкие клещи, различные насекомые, особенно их личинки, и, наконец, мокрицы, многоножки и даже улитки.

Влияет на почву и чисто механическая работа многих живущих в ней животных. Они прокладывают ходы, перемешивают и разрыхляют почву, роют норы. Все это увеличивает количество пустот в почве и облегчает проникновение в ее глубину воздуха и воды. В такой «работе» участвуют не только сравнительно мелкие беспозвоночные животные, но и многие млекопитающие — кроты, сурки, суслики, тушканчики, полевые и лесные мыши, хомяки, полевки, слепыши. Сравнительно крупные ходы некоторых из этих животных уходят вглубь на 1—4 м. Глубоко идут ходы и крупных дождевых червей: у большинства из них они достигают 1,5—2 м, а у одного южного червя даже 8 м. По этим ходам, особенно в более плотных почвах, корни растений проникают в глубину. В некоторых местах, например в степной зоне, большое количество ходов и нор роют в почве жуки-навозники, медведки, сверчки, пауки тарантулы, муравьи, а в тропиках — термиты.

Многие почвенные животные питаются корнями, клубнями, луковицами растений. Те из них, которые нападают на культурные растения или на лесные насаждения, считаются вредителями, например майский жук. Его личинка живет в почве около четырех лет и там же окукливается. В первый год жизни она питается преимущественно корнями травянистых растений. Но, подрастая, личинка начи-

Крот. Передние лапы его хорошо приспособлены для копания.

Личинка муравьиного льва на дне сооруженной ею песчаной воронки.



нает питаться корнями деревьев, особенно молодых сосенок, и приносит лесу или лесонасаждениям большой вред. Личинки жуков-щелкунов, чернотелок, долгоносиков, пыльцеедов, гусеницы некоторых бабочек, например подгрызающих совок, личинки многих мух, цикад и, наконец, корневые тли, например филлоксера, также питаются корнями различных растений, сильно вредя им.

Многие насекомые, повреждающие надземные части у растений — стебли, листья, цветки, плоды, откладывают в почву яйца; здесь же вышедшие из яиц личинки скрываются в засуху, зимуют, окукливаются. К почвенным вредителям относятся некоторые виды клещей и многоножек, голые слизни и чрезвычайно многочисленные микроскопические круглые черви — нематоды. Нематоды проникают из почвы в корешки растений и нарушают их нормальную жизнедеятельность.

В почве обитает немало хищников. «Мирные» кроты поедают огромное количество дождевых червей, улиток и личинок насекомых, нападают они даже на лягушек, ящериц и мышей. Едят эти животные почти непрерывно. Например, крот за сутки съедает по весу почти столько живности, сколько весит сам.

Хищники имеются почти среди всех групп беспозвоночных, живущих в почве. Крупные инфузории питаются не только бактериями, но и простейшими животными, например жгутиковыми. Сами инфузории служат кормом для некоторых круглых червей. Хищные клещики нападают на других клещей и мельчайших насекомых. Тонкие, длинные, бледноокрашенные многоножки — геофилы, живущие в трещинах почвы, а также более крупные темноокрашенные костянки и сколопендры, держащиеся под камнями, в пнях, тоже хищники. Они питаются насекомыми и их личинками, червями и другими мелкими животными. К хищникам относятся пауки и близкие к ним сенокосцы. Многие из них обитают на поверхности почвы, в подстилке или под лежащими на земле предметами.

В почве живет много хищных насекомых. Это жужелицы и их личинки, играющие немалую роль в истреблении насекомых-вредителей, многие муравьи, особенно более крупные виды, истребляющие большое количество вредных гусениц, и, наконец, знаменитые муравьиные львы, названные так потому, что их личинки охотятся за муравьями. У личинки муравьиного льва сильные острые челюсти, ее длина около 1 см. Личинка роет в сухой песчаной почве, обычно на опушке соснового леса, воронкообразную ямку и зарывается на ее дне в песок, выставив наружу только широко раскрытые челюсти. Попадающие на край воронки мелкие насекомые, чаще всего муравьи, скатываются вниз. Тогда личинка муравьиного льва схватывает жертву и высасывает ее. Взрослые муравьиные львы внешне напоминают стрекоз, длина их тела достигает 5 см, а размах крыльев — 12 см.

В некоторых местах в почве встречается хищный... гриб! Мицелий этого гриба, носящего мудреное название «дидимозоофаг», образует особые ловчие кольца. В них попадают мелкие почвенные черви — нематоды. С помощью специальных ферментов гриб растворяет довольно прочную оболочку червя, врастает внутрь его тела и начисто его выедает.

Почва и некоторые из обитающих в ней животных служат средой, в которой развиваются или через которую передаются паразиты и болезнетворные организмы. В почве развиваются яйца и личинки мно-

гих круглых червей, например аскарид и власоглавов, паразитирующих во взрослом состоянии в организме человека и домашних животных. Ими заражаются при употреблении в пищу немытых овощей. В почве обитают личинки и других круглых червей: свайников, кривоголовок, кишечных угриц. Они проникают в организм не только с пищей, но даже и через неповрежденную кожу. В трещинах почвы прячутся многие кровососущие клещи, например крупные пастбищные. Они могут служить передатчиками ряда тяжелых болезней.

У обитателей почвы в процессе эволюции выработались приспособления к соответствующим условиям жизни: особенности формы и строения тела, физиологических процессов, размножения и развития, способности переносить неблагоприятные условия, поведения. У дождевых червей, нематод, большинства многоножек, у личинок многих жуков и мух сильно удлиненное гибкое тело, позволяющее легко продвигаться в извилистых узких ходах и трещинах почвы. Щетинки у дождевых и других кольчатых червей, волоски и коготки у членистоногих позволяют им значительно ускорять свои движения в почве и прочно удерживаться в норах, цепляясь за стенки ходов. Посмотрите, как медленно ползет червь по поверхности земли и с какой скоростью, в сущности моментально, он скрывается в своей норе. Прокладывая новые ходы, некоторые почвенные животные, например черви, попеременно вытягивают и сокращают тело. При этом в передний конец животного периодически перекачивается полостная жидкость. Он сильно вздувается и расталкивает почвенные частицы. Другие животные, например кроты, расчищают себе путь, копая землю передними лапами, превратившимися в специальные органы копания.

Окраска животных, постоянно живущих в почве, обычно бледная — сероватая, желтоватая, беловатая. Глаза у них, как правило, развиты слабо или полностью отсутствуют. Зато очень тонко развились органы обоняния и осязания.

Мир животных почвы очень богат. Он включает около трехсот видов простейших, больше тысячи видов круглых и кольчатых червей, десятки тысяч членистоногих, сотни моллюсков и ряд видов позвоночных. Среди почвенных животных есть и полезные и вредные. Но большинство их числится пока в рубрике «безразличных». Возможно, что это результат нашего незнания. Изучение их — очередная задача науки.

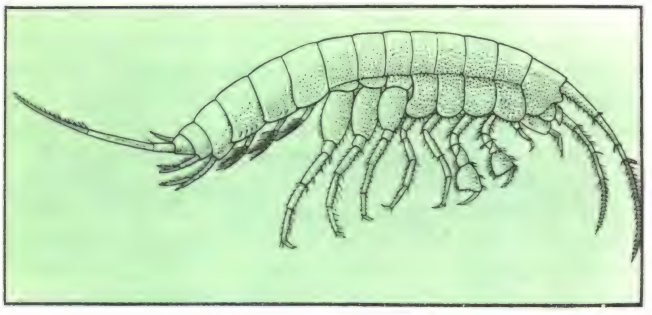
Жизнь подземных вод и пещер

Человек, проникший в пещеру, попадает из многокрасочной яркой природы в совершенно иной мир: полный мрак и необыкновенная тишина, которая нарушается лишь однообразным тихим звуком падающих капель. Фонарь освещает сталактиты и сталагмиты. Срастаясь, они иногда принимают причудливые формы, напоминающие фигуры людей, фантастических животных или развалины каких-то сказочных замков. Внутри пещеры сыро, воздух здесь влажный. Температура круглый год постоянная и соответствует среднегодовой температуре местности, где находится пещера. Летом в пещерах всегда прохладнее, а зимой теплее, чем снаружи. В некоторых пещерах скрыты подземные озера и текут подземные реки. И почти во всех пещерах есть жизнь.

Во многих пещерах живут огромными колониями летучие мыши. Они находятся в пещерах только днем, ночью же вылетают наружу и охотятся за насекомыми. Как же летают эти животные в полной темноте, не наталкиваясь на стены и известковые образования? Оказалось, что летучие мыши способны издавать и воспринимать ультразвуковые колебания. Ультразвуковые волны отражаются от всех находящихся перед животным предметов и позволяют ему прекрасно ориентироваться в абсолютном мраке пещеры. Частота этих издаваемых мышами ультразвуковых колебаний около 50 тыс. в секунду. Человеческое ухо их не слышит. Таким образом, летучие мыши снабжены аппаратом, действующим по принципу радара. Этот аппарат помогает им не только летать внутри и вне пещеры, но и ловить на лету мелких насекомых. В местах обитания летучих мышей скапливается огромное количество их помета, а в нем копошатся мокрицы, многоножки-кивсяки, роются земляные черви и личинки мух, прыгают бескрылые насекомые — ногохвостки, ползают улитки и паукообразные ложноскорпионы.

В пещерах можно найти водных животных, обитающих не в воде, например рачков-бокоплавов. Большая влажность воздуха позволяет им передвигаться в поисках пищи и по суше. А сухопутные животные, приспособившиеся к влажной атмосфере,

Рачок-бокоплав.



Летучая мышь — ночница.

попадаются не только на полу и стенах пещеры, но и на дне луж и ручьев. На поверхности земли такое смешение сухопутных и водных животных встречается крайне редко.

Помет летучих мышей для многих подземных животных — такая же основная пища, как зеленые растения для наземных. А в пещерах, где летучих мышей нет, подземные животные питаются бактериями. В иле пещерных озер и рек бактерии размножаются в огромном количестве. Например, в водоеме одной пещеры близ Кутаиси бактерии составляют пятую часть донного ила. Бактериями питаются в пещерах не только водные, но и сухопутные животные. Кроме того, животные поедают остатки растений, заносимые потоками воды с поверхности земли.

Среди пещерных животных мало хищников. К ним относятся лишь пауки, которые плетут тенета, ловят ногохвосток и залетающих в пещеру мух, да ложноскорпионы, охотящиеся за ногохвостками. На поверхности земли многие из жуков — хищники, например жужелицы, божьи коровки. Они нападают на других насекомых и убивают их сильными челюстями. В пещерах же все жуки приспособились к питанию илом и разлагающимися органическими веществами. У подземных жуков тонкие, нежные челюсти, длинные и слабые ноги, непригодные для погони.

В пещерах встречаются животные, попавшие туда случайно. Если такие животные не выберутся из непривычных условий жизни, они обычно погибают. Но некоторые животные одинаково хорошо чувствуют себя и в пещерах, и в сходных условиях на поверхности земли — в погребах, расщелинах скал, шахтах и в лесной подстилке. К ним относятся кузнечики, пауки-сенокосцы, дождевые черви.

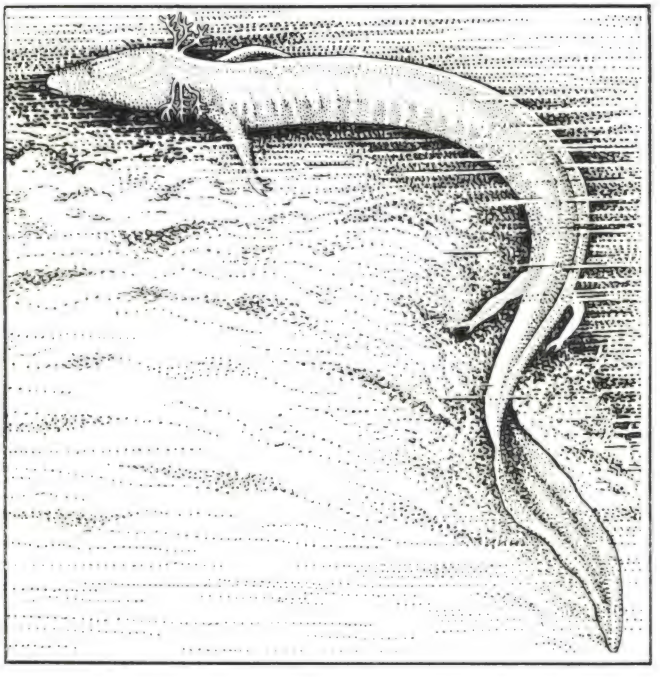
Большинство же животных, обитающих в пещерах, рождаются, живут и умирают в подземном мире. Они способны жить только под землей и никогда не встречаются на ее поверхности. Строение их имеет характерные особенности. На поверхности земли окраска тела необходима животному для защиты от вредного действия ультрафиолетовых лучей и помогает ему скрываться от врагов или охотиться за другими животными. Пещерным животным не нужно ни то ни другое: в темноте окраска тела не видна. Поэтому цвет тела у них белый, желтоватый или розоватый. У всех пещерных животных глаза частично или вовсе утрачены. В вечной темноте зрение бесполезно. Часто бывает и так: у новорожденных глаза есть и даже видят, но взрослое животное теряет способность видеть. У некоторых видов животных глаза зарастают кожей.

В пещерах Югославии и южной Австрии живет хвостатое земноводное — протей. У него червеобразное тело длиной до 28 см и сжатый с боков хвост. Желтая или розовая кожа протея лишена красящего вещества — пигмента. Жабры у него наружные, такие же, как у головастиков лягушки или у аксолотлей. Глаза можно различить лишь у личинок, у взрослого протея они затянуты кожей. Наличие глаз у личинок свидетельствует о том, что далекие предки протея жили на поверхности земли. В нормальных условиях, в пещере, самка рождает однудве очень крупные (до 12 см) живые личинки. Но в аквариуме при температуре выше 15° самка откладывает яйца.

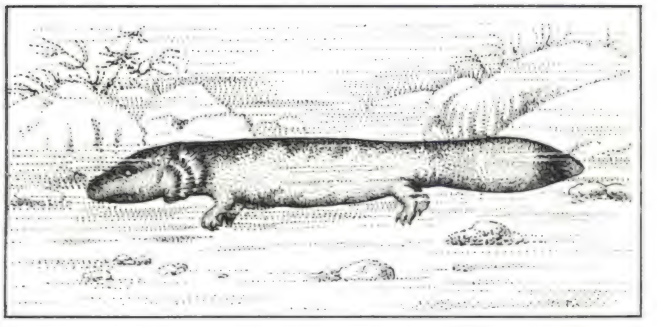
На востоке США и на юге Канады живет другой вид протея. Американский протей, в отличие от европейского, обитает в открытых пресных водоемах. Поэтому в коже его есть пигмент и окраска у него яркая: на сером фоне черные пятна с желтым ободком. Глаза у этого протея очень маленькие; они заметны не только у личинок, но и у взрослых животных.

У пещерных животных потерянное зрение возмещается сильно развитыми слухом, осязанием, обо-

Европейский протей.



Американский протей.



нянием. Это позволяет животным ориентироваться в абсолютной темноте. Ноги и усики у пещерных насекомых, паукообразных и ракообразных значительно длиннее, чем у их наземных родственников, и покрыты многочисленными чувствительными щетинками и волосками. Это органы обоняния и осязания.

У пещерных рыб сильно развита и видоизменена боковая линия — орган, воспринимающий колебания воды. По бокам головы у них расположены отростки с чувствительными нервами. Эти отростки помогают рыбе находить пищу.

Неизменные в течение года условия жизни под землей сказываются на росте и времени размножения животных. Зимой рост большинства наземных беспозвоночных замедляется или вовсе приостанавливается. Это можно видеть, например, на раковинах моллюсков. На них откладываются зимние, более узкие кольца, соответствующие периоду замедленного роста. Подземные же моллюски растут равномерно весь год, и на их раковинах нет зимних колец. На поверхности земли период размножения очень короток и совпадает с наиболее благоприятным для этого временем года. В подземном же мире животные размножаются круглый год.

Жизнь есть не только в пещерах, но и глубоко под землей — в грунтовых водах. Ученые процедили через шелковую сетку воду, полученную при глубоком бурении. На фильтре остались крохотные, в миллиметр длиной, никем еще не виданные животные. У них тонкое червеобразное тело, и потому они могут передвигаться по узким капиллярным ходам, пролезать между песчинками и частицами грунта. Эта удивительная подземная фауна еще мало изучена.

Исследуя подземных животных и их распространение, ученые сделали любопытные выводы. Было обнаружено, например, что многие виды животных, обитающих в пещерах Закавказья и Крыма, очень близки к подземным видам Балканского полуострова. Следовательно, в далекие времена на месте современных Черного и Эгейского морей была суша. Эта суша погрузилась под воду, и единая некогда область распространения животных оказалась раздробленной.

Многие виды пещерных животных Закавказья и Южной Европы очень близки к тропическим наземным и подземным видам. По-видимому, пещерная фауна этих стран содержит остатки населения того далекого времени, когда в Европе был тропический климат, а было это около 50 млн. лет назад. В пещерах, так же как и в тропиках, нет резких сезонных и суточных колебаний температуры и влажности воздуха. После наступления ледника многие животные, жившие в Европе на поверхности земли, не смогли приспособиться к новым условиям жизни и погибли. Между тем в пещерах климат изменился не так резко, и животные, жившие там, сохранились.

В пресных подземных водоемах живут виды, родственные не только пресноводным, но и морским животным. Например, в колодцах пустыни Каракумы советский ученый А. Л. Бродский нашел морских животных — раковинных одноклеточных корненожек фораминифер. Эти корненожки отличаются от морских видов лишь меньшими размерами, более тонкими стенками раковин и некоторыми другими признаками. Такая находка задала науке трудную задачу: как случилось, что типично морское животное обитает в пустыне, в 300 км от ближайшего

моря? Бродский объясняет это тем, что пески Каракумов погребли часть древнего океана; населявшие его фораминиферы изменились, приспособились к новым условиям жизни и дожили до наших дней.

В пещерах острова Куба найдены рыбки, принадлежащие к глубоководному семейству. Пещерный равноногий рак, обитающий во Франции, Италии и Северной Америке, очень близок к глубоководному морскому раку и одновременно к ископаемым ракам, существовавшим 155 млн. лет назад. Из этого можно сделать вывод, что формы, некогда широко распространенные в море, сохранились сейчас лишь на больших океанических глубинах и в подземных пресных водах.

Морская фауна проникала в подземные пресные воды разными путями. Некоторые морские животные приспособились к жизни в устьях подземных рек, впадающих в море, и по подземному течению этих рек перебрались в пещеры. Большое количество подземных животных прошло другой путь — через морской песок. В капиллярных ходах морского песка живут своеобразные животные, часть которых близка к подземным. Эти ходы соединяются с системой грунтовых пресных вод. Организмы, еще в море приспособившиеся к подземному образу жизни, прошли через капиллярные ходы в пресные воды. Этот процесс совершался, вероятно, в морях далекого прошлого. Кроме того, большое количество животных, обитающих в пещерных водах, родственны животным пресных вод на поверхности земли. Но среди них встречаются и виды, предки которых в наземных водах давно уже вымерли. Таким образом, пещеры и подземные воды оказались убежищем для животных, исчезнувших на поверхности земли и в океане.

Изучение подземной фауны имеет и некоторое практическое значение. Гидрогеологи часто должны выяснять, откуда, например, питаются два каких-нибудь ключа: из одного подземного резервуара или из разных. Зоологи могут помочь им решить эту задачу. Если окажется, что эти ключи выносят одинаковых подземных животных, то, очевидно, они берут начало из одного бассейна. И наоборот, в случае различий в подземной фауне двух ключей следует допускать различия и в источниках их питания. Совместная работа гидрогеологов и зоологов позволяет установить сложную картину движения подземных вод и указать, как лучше использовать эти воды для снабжения населения, орошения полей и для других хозяйственных нужд.

Животные пресных вод

В погожий, солнечный день пруд издали кажется безжизненным. Его поверхность спокойна, нет ни волн, ни малейшего движения. Но присмотритесь — этот тихий пруд полон жизни. А если половить среди растительных зарослей сачком, можно наполнить аквариум школьного живого уголка десятками живых существ. Наблюдая за пресноводными животными в аквариуме, многое узнаешь об их жизни в природе.

Пресноводную гидру нетрудно найти среди подводных зарослей в прудах, речных заводях, небольших озерках. Гидра относится к низшим многоклеточным кишечнополостным животным. В морях и океанах у нее много родственников — медузы, кораллы, актинии. В пресных же водах гидра — единственный представитель кишечнополостных животных. Чтобы рассмотреть гидру получше, надо вооружиться лупой. Ее розоватое или бурое тонкое тело в виде продолговатого мешочка длиной всего от 20—30 мм до 1 см прикрепляется к растению нижним концом — подошвой. На другом конце тела гидры — венчик из 6—8 щупальцев, которые окружают рот этого животного. Если гидра голодна, ее тело вытягивается во всю длину и щупальца свисают вниз. А на щупальцах есть особые крапивные (стрекательные) клетки. При раздражении из этих клеток выбрасываются тонкие стрекательные нити, содержащие едкое вещество, и вонзаются в тело жертвы. Если рачок (циклоп или дафния) или другое мелкое животное заденет случайно щупальце, он получит удар стрекательными нитями и будет парализован ядовитой жидкостью, содержащейся в них. При заглатывании добычи тело гидры укорачивается.

Гидра легко восстанавливает утраченные части тела. Даже сильно израненная, превращенная в лохмотья, она выживает. Уцелеет хоть кусочек туловища — и гидра восстановится.

Размножается гидра половым путем и почкованием. Почкуется она обычно летом. У выросшей почки, еще не отделившейся от материнского организма, уже образуются рот и щупальца, и она сама ловит добычу. К осени в гидре образуются мужские и жен-

ские половые клетки и происходит оплодотворение. На зиму все гидры в водоеме умирают, и новое их поколение развивается уже не из почек, а из перезимовавших оплодотворенных яиц.

При благоприятных условиях гидры покрывают, как розовым бархатом, все подводные предметы. Такое массовое размножение гидр в рыболовных прудах приносит вред: гидры поедают пищу рыб и могут захватывать своими щупальцами не только рачков, но и крошечных, едва покинувших икринки мальков.

В пресных водоемах на илистом дне и среди подводной растительности много разнообразных червей. Большинство из них — очень мелкие животные, лишь у некоторых длина превышает 20 см. Наиболее заметны среди водных червей пиявки. Пиявки относятся к кольчатым червям.

Многие боятся, как бы во время купания не присосалась пиявка. Но этот страх необоснован. В водах средней полосы СССР почти все пиявки безвредны для человека. Их слабые челюсти не способны прокусить нашу кожу. Только медицинская пиявка, встречающаяся на юге Европейской части СССР, может сосать кровь человека. Ее легко отличить по зеленоватой с красными крапинками спинке. Длина такой пиявки около 12 см.

В прудах и озерах средней полосы водятся ложноконские пиявки: буроватая малая, длиной не больше 6 см, и почти черная большая, длиной до 12 см. Ложноконские пиявки — живой барометр. Поместив их в стеклянную банку с водой, можно наблюдать, как сообразно погоде изменяется поведение пиявок. Перед хорошей погодой они спокойно лежат на дне или неторопливо плавают. Перед сильным ветром пиявки беспокойно снуют взад и вперед. Если в ближайшие сутки будет дождь, они или лежат неподвижно в воде, или, наполовину высунувшись из воды, висят вертикально одна возле другой. Перед грозой пиявки начинают судорожно извиваться и присасываться к стеклу над водой или даже к стеклянной крышке банки.

Интересен способ передвижения пиявок. На обоих концах червя есть присоски, которыми он крепко присасывается к подводным предметам. На передней присоске помещается рот. Двигается пиявка так: присасывается к чему-либо передним концом, сгибается в дугу, приближает задний конец тела к переднему, присасывается задним концом и начинает искать передним новую точку опоры. Но пиявка и плавает хорошо, волнообразно изгибая свое плоское, как лента, тело.

Ложноконские пиявки чаще всего питаются улитками и червями, которых они высасывают или заглатывают целиком. Яйца свои большинство пиявок не охраняют. Так, большая ложноконская пиявка откладывает коконы с яйцами в сырую землю у самого края воды, а малая приклеивает их к нижней стороне плавающих листьев. Стенки коконов малой ложноконской пиявки так тонки, что сквозь них можно видеть развитие невылупившихся крошечных пиявок.

Медицинская пиявка названа так потому, что издавна употребляется врачами, когда из организма больного надо удалить некоторое количество крови. У медицинской пиявки в ротовой полости три острые челюстные пластинки. Когда пиявка присасывается, эти пластинки прорезают в коже тонкие ранки. В кишечнике пиявки есть большие, подобные карманам выросты, которые сильно раздуваются, когда пиявка сосет кровь. За час пиявка высасывает до 50 г крови. В ее слюне есть вещества, препятствующие свертыванию высасываемой крови. В кишечнике пиявки кровь переваривается постепенно, и поэтому, насосавшись, пиявка может долго оставаться без пищи. В аптеках лечебных пиявок держат в чистой воде и совсем не кормят.

В водоемах Средней Азии встречается пиявка, паразитирующая в организме человека. Попадая вместе с водой в полость рта, она задерживается в носоглотке, поселяется там и высасывает кровь. В тропических странах есть сухопутные пиявки, нападающие на человека.

Пресноводные моллюски — улитки и ракушки — не такие большие и красивые, как морские. Но жизнь их во многом похожа на жизнь морских моллюсков, и они более доступны для наблюдения.

Раковина улитки, или, как ее называют в науке, брюхоногого моллюска, цельная, с одним отверстием внизу. Обычно она закручена на 5—7 оборотов спиралью, расширяющейся книзу. Внутри раковины — мягкое, слизистое тело моллюска. Большая его часть может высовываться наружу — это голова и широкая, плоская снизу «нога», с помощью которой улитка скользит, как на лыже. Если улитка спокойно ползет, на ее голове видны пара щупалец и крошечные темные глазки.

Большинство пресноводных улиток дышат атмосферным воздухом. К таким относятся прудовики с высокой, как башня, раковиной, нежные физы, которых часто держат в аквариумах, и катушки с раковиной, завернутой, как духовая труба, в одной плоскости.

Укрепившись на нижней стороне поверхностной водной пленки с помощью «ноги», улитка раскрывает дыхательное отверстие и набирает воздух. Под ее кожей есть так называемая легочная полость, где

хранится и расходуется воздух, набранный улиткой для дыхания.

Есть в наших водоемах улитки, дышащие не кислородом атмосферного воздуха, а кислородом, растворенным в воде. У лужанки внутри раковины находится нежная перистая жабра. У маленькой затворки, когда она ползет, жабра высовывается наружу, как крошечное перышко.

У большинства улиток отложенные яйца заключены в прозрачную, студенистую массу. У прудовика и физы кладка длинная, как колбаска, у катушки — в виде лепешки. У лужанки развитие детенышей происходит внутри организма взрослой улитки и на свет появляются уже крошечные улиточки.

Водные улитки питаются главным образом водорослями, соскабливая их маленьким роговым язычком с камней и растительных стеблей. В аквариумы поэтому даже специально поселяют улиток, чтобы они очищали стеклянные стенки от водорослей.

Кроме брюхоногих моллюсков — улиток в пресных водоемах встречаются двустворчатые моллюски, называемые ракушками. Некоторые из них очень малы. Желтоватые шаровики не более 8 мм в поперечнике; беленькие, похожие на крупинки мела горошинки — 2—3 мм. Наиболее крупные ракушки в наших реках и озерах — беззубки и перловицы. На песчаных мелководьях перловицы встречаются иногда в большом числе. Обычно перловица почти целиком погружена в песок, и из него виден лишь задний конец ее раковины. Моллюск неподвижен, только легкое движение воды из слегка приоткрытых створок раковины показывает, что это живое существо. Если дотронуться до раковины, створки закроются, и ток воды прекратится. Пока перловица жива, раскрыть ее раковину невозможно: два сильных мускула удерживают створки закрытыми. Но у мертвого моллюска створки легко раздвигаются.

Раковина перловицы снаружи бурая и невзрачная. Часто она покрыта наростом водорослей, иногда на ней поселяются небольшие губки, но внутри раковина, очищенная от мяса, отливает радужной игрой перламутра и очень красива. Между створками раковины в просторной полости заключено тело перловицы. По обоим бокам его, плотно прилегая к раковине, лежат две складки кожи. Это так называемая мантия. Мантия и нежные жабры, висящие по сторонам между ней и телом, подобно кружевным занавескам, покрыты микроскопическими ресничками. Движение ресничек создает в полости, ограниченной мантией, ток воды. Она входит в эту полость, омывает тело перловицы и ее жабры и снова выходит наружу. Непрерывный ток воды приносит моллюску растворенные в ней кислород и пищу. Питается перловица мельчайшими частицами отмерших растений, микроскопическими водорослями и инфузориями.

Передвигается перловица мало, чаще по ночам, и очень медленно, со скоростью не более 20—30 см в час. Как и все моллюски, она передвигается с помощью мускулистой «ноги», имеющей форму плуга. Потому-то перловица и оставляет на песке след в виде глубокой волнообразной бороздки.

Из яиц перловицы выходят личинки — глохидии. Сначала они лежат в решетчатых жабрах моллюска. Каждый глохидий заключен, как и взрослая перловица, в двустворчатую ракушку, края створок которой изрезаны острыми зубцами. Моллюск с силой выбрасывает из своей раковины воду вместе с бурой массой глохидиев. Личинки плавают в воде, хлопая зубчатыми створками. Если мимо них проплывает рыба, они вцепляются в ее кожу и в плавники. Те же личинки, которым не посчастливилось, вскоре опускаются на дно и погибают. Прицепившиеся к рыбе глохидии живут на ее коже как паразиты, питаясь ее кожными тканями. Если таких паразитов на рыбе много, она заболевает и гибнет. Но обычно рыба подолгу носит на себе глохидиев. Закончив на ее коже свое развитие, маленькие ракушки отрываются и падают на дно. Такой временный паразитизм помогает медленно передвигающимся перловицам расселяться на новые места реки или озера.

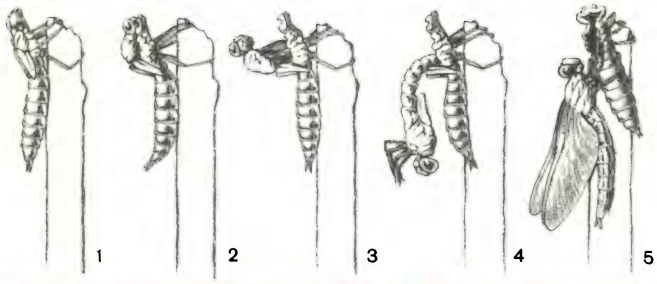
Беззубки сходны образом жизни и способом размножения с перловицами. Встречаются они чаще всего в водоемах с очень слабым течением.

Живут наши речные ракушки долго — до 10—15 лет. За это время раковина моллюска нарастает и по краю и в толщину. На внешней стороне раковины можно различить кольца прироста, а при некотором навыке — даже и определить приблизительно возраст моллюска.

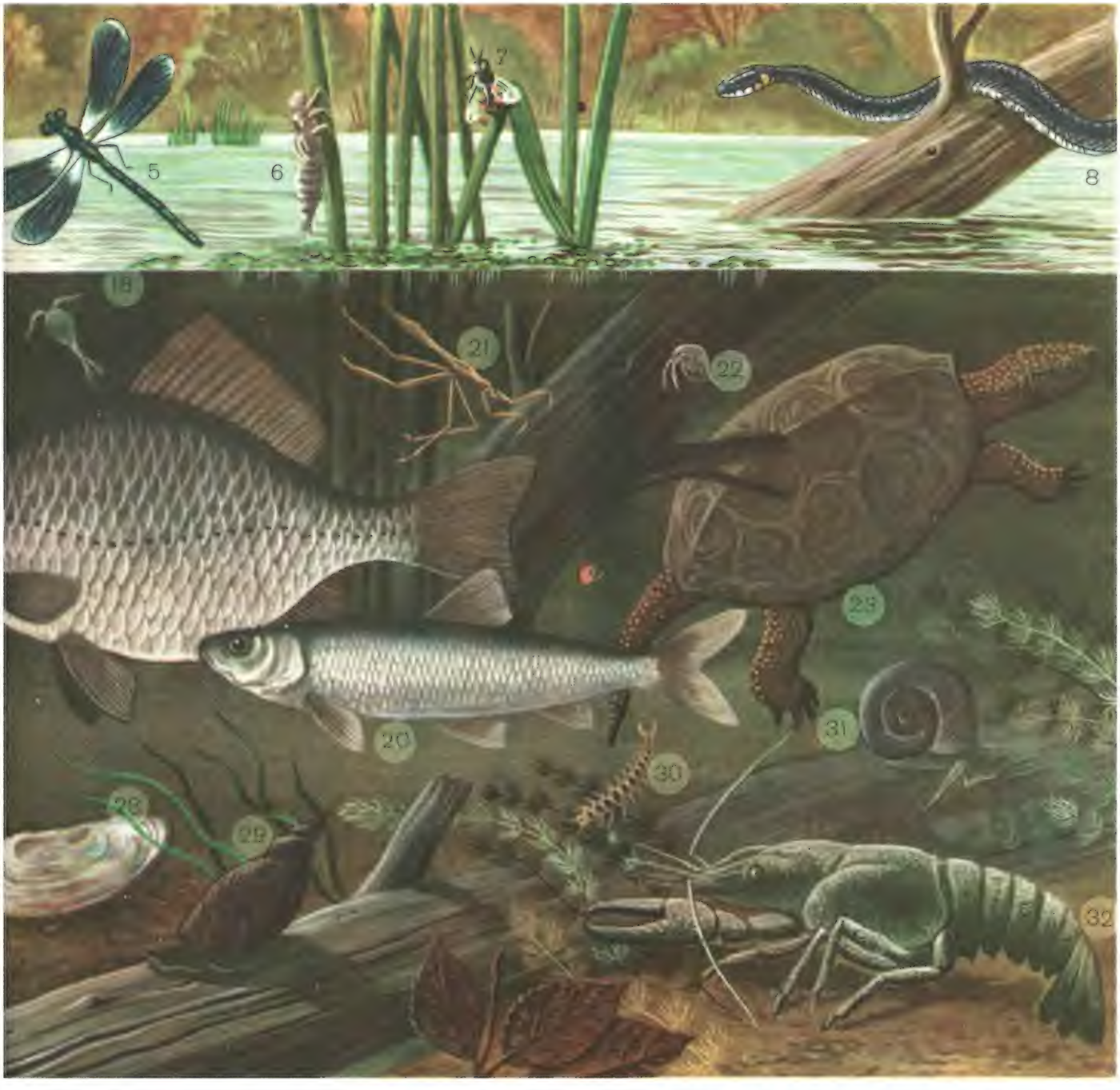
Из ракообразных животных, обитающих в наших пресных водах, самое крупное — обычный речной рак. Его длина достигает 20 см. Тело рака четко разделяется на переднюю часть — слитную головогрудь, покрытую буро-зеленым прочным панцирем, и членистое брюшко с широким плавником на конце. На голове рака две пары усов. Первая пара — короткие двойные усики. Это органы обоняния и осязания. Более заметна вторая пара усов. Они длиннее первых. Ими рак пользуется только для осязания. Около рта у рака несколько пар сложно устроенных челюстных придатков, которыми он мелко перемалывает кусочки пищи, чтобы она прошла сквозь его маленький рот.

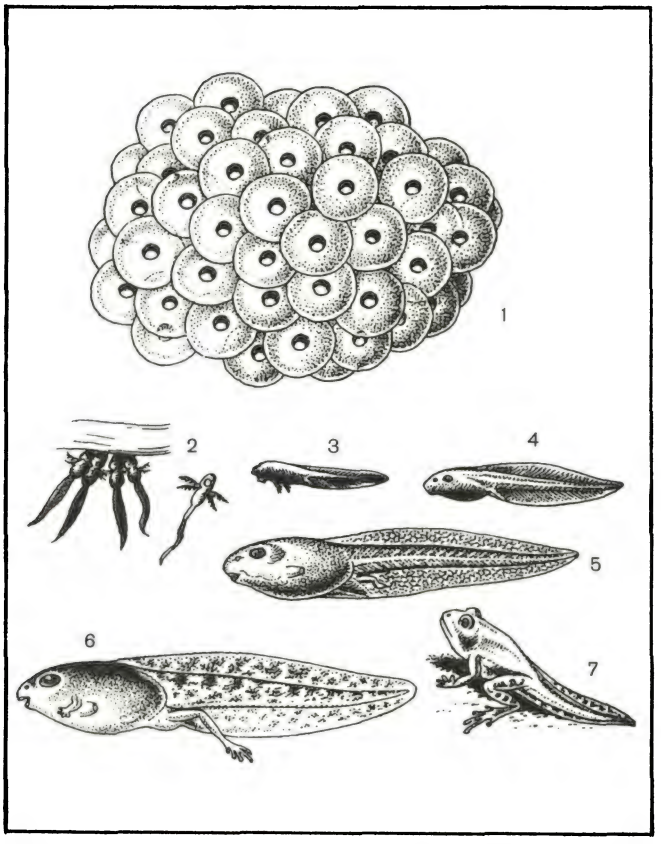
К груди рака прикреплена пара клешней. Мускулы клешней очень сильны, и разжать их, если рак вцепится в палец, нелегко. Клешни служат раку и

Обитатели пресного водоема средней полосы: *1* — комар; *2* — зимородок; *3* — водомерка; *4* — поденка; *5* — стрекоза; *6* — шкурка личинки стрекозы; *7* — львинка; *8* — уж обыкновенный; *9* — водяной скорпион; *10* — лягушка прудовая; *11* — ложноконская пиявка; *12* — личинка комара; *13* — гребенчатый тритон; *14* — гребляк; *15* — головастик; *16* — плавунец; *17* — личинка плавунца; *18* — циклоп; *19* — карась; *20* — верховка; *21* — ранатра палочковидная; *22* — дафния; *23* — болотная черепаха; *24* — перловица; *25* — личинка стрекозы; *26* — карликовый сомик; *27* — бокоплав; *28* — створка перловицы; *29* — прудовик; *30* — личинка водолюба; *31* — катушка; *32* — рак.



Превращения стрекозы. Личинка вылезает из воды (*1*); кожа на ее спинке лопается, и из расщелины бугром поднимаются грудь и голова будущей стрекозы (*2*); потом стрекоза вытягивает из шкурки ноги (*3*) и брюшко (*4*). Освободив их, она некоторое время висит вниз головой. Отдохнув и окрепнув, стрекоза вылезает из шкурки целиком. На глазах наблюдателя у стрекозы увеличиваются крылья, достигая обычных размеров (*5*), и она улетает.





Развитие лягушки. Только что выклюнувшиеся из икры (*1*) головастики висят группами на водных растениях (*2*), у каждого есть присоска и наружные жабры; постепенно наружные жабры исчезают (*3*, *4*); потом появляются ноги — сначала задние (*5*), затем передние (*6*); жаберное дыхание заменяется легочным, головастик выходит на сушу, хвост его постепенно уменьшается (*7*), и головастик превращается в лягушонка.

для защиты от врагов, и для того, чтобы удерживать пищу перед ртом. Клешни — это особые ноги, приспособленные для хватания; при ходьбе рак ими не пользуется. За клешнями на головогруди рака 4 пары ходильных ног. На концах первой и второй пары есть небольшие щипчики. На брюшке рака можно увидеть маленькие брюшные ножки. Ими рак беспрерывно шевелит, подгоняя воду к жабрам, лежащим под грудным панцирем. Рак очень чувствителен к чистоте воды и к количеству растворенного в ней кислорода. В аквариуме, если вода не меняется достаточно часто, рак быстро погибает.

Рак устраивает себе на дне под камнем или под корягой норку и весь день проводит в ней, выставив наружу только длинные усы. К вечеру он выползает из своего убежища на поиски пищи. Питается рак мелкими малоподвижными животными, водорослями, часто поедает трупы рыб, улиток и червей.

Прочный панцирь защищает рака от врагов, но мешает ему развиваться — сдерживает его рост. Поэтому время от времени рак линяет — целиком сбрасывает с себя ставший тесным покров. С большим трудом вытаскивает он из своего панциря клешни и каждую из своих многочисленных ножек. Бывает, что при этом они обрываются. Сбросив панцирь, рак некоторое время очень беспомощен и легко может стать добычей окуня или щуки. Но скоро поверхностные ткани рака пропитываются известью, и на нем появляется новый панцирь.

Самка рака всю зиму, с декабря по май, носит на брюшных ножках икру. Маленькие рачата, выйдя из икринок, остаются под материнским брюшком еще дней 10—12 и лишь после этого начинают вести самостоятельную жизнь.

Кроме обыкновенного речного рака в наших пресных водах живет много ракообразных животных: различные бокоплавы, водяные мокрицы, ветвистоусые рачки, например дафнии, и веслоногие рачки — такие, как циклоп. Эти мелкие рачки — лучший корм для рыб.

В пресных водах обитает много разнообразных насекомых — различные жуки и клопы, а еще больше личинок тех самых насекомых, которые во взрослом состоянии живут в воздушной среде: стрекоз, ручейников, поденок, комаров. Даже гусеницы некоторых бабочек живут в воде и питаются водными растениями. Таким образом, одни насекомые всю жизнь, во всех стадиях, проводят в воде, другие живут в воздушной среде, но откладывают в воду яйца и их личинки развиваются в воде.

С водоемом связана жизнь стрекоз. Одна из самых крупных стрекоз в нашей стране — большое коромысло. У нее голубое с коричневыми пятнами брюшко и большие прозрачные крылья. По бокам ее головы большие выпуклые глаза, каждый из которых состоит из нескольких тысяч отдельных глазков. Это позволяет стрекозе, как и многим другим насекомым, например мухам, одновременно видеть в разных направлениях, замечать добычу и хорошо ориентироваться при быстром полете. Свою добычу — мелких насекомых, в том числе и комаров,— стрекоза схватывает и пожирает на лету, разгрызая их своими сильными челюстями.

Для кладки яиц самка стрекозы-коромысла опускается по стеблю растения до самой воды и втыкает каждое яичко отдельно в подводную часть стебля. Личинка выходит из яйца в воду. Она так мало походит на взрослую стрекозу, что, только увидев в аквариуме ее жизнь и превращение, можно убедиться, что личинка и стрекоза — разные стадии развития одного и того же насекомого. Обычно личинка сидит неподвижно, прижавшись к какому-нибудь стеблю, или медленно передвигается по дну на длинных и тонких ногах. Бурая окраска делает ее незаметной среди водной растительности. Но, увидев добычу, личинка выбрасывает из кишечника струю воды, стре-

мительно, подобно ракете, плывет вперед и хватает добычу своим органом — маской. Маска — это сильно развитая и подвижная нижняя челюсть. Когда личинка в спокойном состоянии, маска прижата к голове и закрывает ее нижнюю часть, как настоящая маска. У взрослой стрекозы маски нет. Личинка стрекозы-коромысла живет в воде до трех лет. За это время она несколько раз линяет и с каждой линькой становится все больше. Перед последней линькой ее длина достигает 6 см. Обычно в июне впервые в жизни личинка выползает из воды и превращается в стрекозу. Два-три месяца стрекоза будет носиться в быстром полете над водой, ловить добычу, откладывать яички в стебель водного растения, а осенью погибнет.

Стрекозы и их личинки приносят пользу: они истребляют водных насекомых — комариные личинки и личинки хищных жуков-плавунцов. Взрослые стрекозы уничтожают мух и комаров. Правда, в рыбохозяйственных водоемах личинки стрекоз могут приносить некоторый вред, так как поедают и мальков рыб.

В пресных водах живут также личинки и куколки комаров — обыкновенного комара, малярийного и др. Яички обыкновенного комара легко найти в канаве, в яме с водой и даже просто в бочке, где хранят воду для поливки огорода. Яички так малы, что порознь их нельзя было бы заметить. Самка комара склеивает несколько десятков яичек вместе, и они плавают крошечным серым плотиком на поверхности воды. Личинки сразу же оказываются в воде. Это крошечные, 2 мм длиной, червеобразные существа. Ножек у них, как и у личинок всех двукрылых насекомых, нет. Плавают они, судорожно изгибая брюшко. Питается личинка комара мельчайшими водорослями, инфузориями и бактериями, которых подгоняет к своему рту щетинками ротовых придатков. Личинка быстро растет. За 5—6 дней она трижды сбрасывает свою кожицу и длина ее достигает 8 мм. После четвертой линьки личинка становится куколкой. В отличие от неподвижных куколок бабочек и жуков куколка комара так же быстро плавает, как и личинка. На ее коротком брюшке есть плавничок, и при каждом его ударе куколка движется, кувыркаясь в воде. Комариная куколка не питается, она живет запасами, накопленными личинкой. Но дышит куколка, так же как и личинка, атмосферным воздухом и потому должна время от времени всплывать на поверхность воды. Через 3—4 дня куколка в последний раз всплывает на поверхность, и из нее выходит крылатый комар. Он торопится улететь от воды: самое легкое дуновение ветерка может его сбросить в воду, а плавать комар не умеет.

Обыкновенный комар относится к кровососущим комарам. Самки комара сосут кровь животных и человека. Самцы питаются цветочным нектаром. Среди кровососущих комаров встречается и малярийный комар — анофелес. Истребить всех взрослых комаров значительно труднее, чем уничтожить их личинок и куколок, пока те не покинули водоем. На пруды, болота и канавы с водой, где водятся комариные личинки, распыливают нефть. Ее жирная пленка плавает на поверхности воды, засоряет дыхательные трубочки личинок и куколок, и те быстро погибают.

Но есть и такие виды комаров, которые не сосут крови и совершенно безвредны. Рыбаки и любители аквариумов знают, например, крупных красных личинок комара-дергуна — так называемых мотылей. Эти личинки живут, роясь в илистом дне водоема.

Немало в наших пресных водах различных жуков. Самый большой из них — жук-плавунец. Это наиболее опасный враг рыбьей молоди. Длина его тела больше 3 см. Плавунец — хищник. Он нападает на всякое живое существо, даже на довольно крупных рыб. Основная его добыча — головастики, личинки насекомых и улитки. Даже сытый, он продолжает охотиться: схватит добычу, разорвет ее челюстями и бросит. Большие опустошения производит плавунец в прудах. Под водой плавунец может находиться очень долго: он дышит запасами воздуха, набранного в полость под надкрыльями. Деятельность плавунца не прекращается и зимой. Подо льдом он продолжает плавать и питаться. Но размножаются плавунцы только летом. Самка откладывает яйца под водой в ткани растений, втыкая каждое яичко наискосок в стебель. Желтоватая личинка плавунца еще меньше похожа на взрослое насекомое, чем личинка стрекозы. У нее вытянутое червеобразное членистое тело и небольшая голова.

Неудержимым хищничеством личинка напоминает взрослого жука. Недаром ее называют водяным тигром. Она бросается на всякое живое существо и вонзает в него длинные серповидные челюсти. Добыча — головастик, малек рыбы или личинка другого насекомого — скоро замирает, а личинка плавунца висит на своей жертве и высасывает ее. Тонкие челюсти личинки не в силах разгрызть добычу, как это делают сильные зубчатые жвала взрослого жука. Личинка впускает в тело своей жертвы едкую слюну, которая растворяет мышцы и другие органы пойманного животного, и всасывает разжиженную пищу. Взрослая личинка съедает за сутки до полусотни головастиков.

С личинкой надо обращаться осторожно. Если ее вынимать из сачка пальцами, она впивается в кожу острыми, как иголки, челюстями.

Для того чтобы превратиться в жука, личинка должна пройти стадию куколки. Перед окукливанием личинка беспокойно ползает по дну водоема у самого берега, затем выползает на мокрую землю, забирается в какую-нибудь норку. Там она сбрасывает шкурку и превращается в куколку. К концу лета развитие жука заканчивается, и он покидает оболочку куколки.

Первое время молодой жук совсем светлый и покровы его мягки. Лишь спустя неделю, когда они затвердевают, жук выходит из своей подземной колыбельки и опускается в воду.

В наших пресных водах живут не только беспозвоночные животные. В прудах, озерах и реках можно увидеть различных лягушек, жаб. Их головастики встречаются в пресных водоемах почти все лето. Весной лягушки и жабы устраивают «концерты» у воды и откладывают в воду икру. Чем теплее, тем они голосистее. Головастики лягушки заканчивают свое развитие в воде за несколько недель. Но постоянно живут у водоемов лишь жерлянка, лягушки прудовая и озерная. Обычная травяная лягушка, отложив в воде икру, удаляется от водоема. Также лишь до начала лета можно найти в пруду тритонов в их ярком весеннем наряде. А потом, до осени, живут в воде только личинки тритона. Их легко отличить по ветвистым жабрам на боках головы.

Из пресмыкающихся связан с водой уж; он охотится здесь за лягушками. В реках и озерах южных районов нашей страны встречается болотная черепаха. В природе она далеко не так неуклюжа, как в неволе. В воде черепаха движется с поразительной быстротой.

В пресных водах очень много видов рыбы. Некоторые из них живут и развиваются в морях и океанах, а в реки входят лишь для того, чтобы отложить икру. Но большинство пресноводных рыб всю жизнь проводит в реках, озерах и прудах.

Животный мир морей и океанов

Дарами моря человек привык пользоваться еще на заре своей жизни. Правда, в те далекие первобытные времена он брал из моря лишь то, что мог найти у самого берега: ракушки, крабов, рыбу. Наблюдая с берега, нельзя было узнать о сложной жизни в море. Поэтому люди долго верили в «тайны моря», им казалось, что оно населено таинственными существами — «морскими девами», «морскими драконами», «морскими монахами» и другими чудовищами. Но уже в Древней Греции пытливый человек попытался проникнуть в морские глубины. Греческий философ и естествоиспытатель Аристотель изобрел в IV в. до н. э. приспособление для спуска под воду. По преданию, в нем опускался на морское дно его ученик — Александр Македонский.

В наши дни водолазная техника шагнула далеко вперед. Сейчас водолазы опускаются в море на многие десятки метров. Появился даже новый увлекательный вид спорта — подводное плавание. С легкой маской на голове, с дыхательным аппаратом (аквалангом) на спине, с ластами на ногах и с духовым ружьем или кинокамерой в руках «человек-рыба» пускается в плавание под водой. Его глазам открываются изумительные картины подводного мира: в зеленом призрачном свете колышутся стебли морских водорослей, между ними плавают рыбы; на дне лежат раковины моллюсков, ползают морские черви, бегают в поисках добычи крабы. Все это можно собрать, сфотографировать и даже зарисовать.

Само собой разумеется, однако, что водолазы могут работать лишь на небольших глубинах. А как же проникнуть в многокилометровую толщу океана? Люди давно думали над этим. В 1934 г. американский биолог Вильям Биб совершил спуск в сконструированной им батисфере на глубину 906 м. В 1953 г. француз Огюст Пикар сконструировал прибор, названный им батискафом. Это по существу подводная лодка особого устройства (см. т. 5 ДЭ, ст. «Техника помогает изучать подводный мир»). Батискаф самостоятельно опускается на глубину, всплывает на поверхность моря и может плавать над дном. Пикар совершил на батискафе спуск в Средиземном море на глубину свыше 3 тыс. м. А в 1960 г. в Тихом океане в районе Марианской впадины сын О. Пикара Жак впервые в истории человечества опустился на предельную глубину океана — 11 тыс. м.

Недалеко то время, когда биолог, сидя в уютной каюте корабля, будет наблюдать за жизнью в морских пучинах с помощью телевизора.

Моря и океаны населены от поверхности до дна глубочайших впадин, и всюду можно увидеть, как удивительно приспособлены животные к различным условиям существования. Жизнь есть и в мрачных,

Морские звезды и медуза (на переднем плане водоросли).

лишенных света десятикилометровых глубинах океана, и в поверхностной водной пленке, и в расщелинах кораллового рифа, и под мощным ледяным покровом суровой Арктики, и у побережья Антарктиды.

В морях живут совсем не те животные и растения, которых мы привыкли видеть на суше. Основная масса животных в море — это своеобразные морские простейшие (радиолярии и фораминиферы), губки, гидроидные полипы, медузы, кораллы, различные черви, ракообразные, моллюски, морские ежи, звезды, лилии, офиуры, голотурии и множество самых разнообразных рыб. Из млекопитающих в морях живут только киты и ластоногие, предки которых обитали на суше, т. е. в воздушной среде. Из известных на Земле полутора миллионов видов разных животных около 170 тыс. видов обитают в морях и океанах.

Жизнь у берегов

Уже у самого берега моря мы можем обнаружить много различных морских животных — моллюсков, червей и ракообразных, а иногда и морских звезд. На побережье в часы отлива обсыхает узкая, шириной в десятки и сотни метров, а иногда и широкая, в несколько километров, полоса, называемая *литоралью*. Она обильно населена. По образу жизни литоральных животных называют *амфибиальными*, т. е. способными существовать в двух средах — водной и воздушной. Половину жизни они проводят в воде, а другую половину — в воздушной среде.

Ушла с литорали вода, и жизнь на ней замерла до нового прилива: ракушки плотно закрыли свои

Рак-отшельник в раковине моллюска. *Внизу* — актиния.

Коралл. *Внизу* — морской еж.

Рыбы, обитающие
в коралловых рифах,
обычно ярко окрашены.

Краб.

створки; все, кто мог, заползли в укромные уголки — в щели скал, под камни среди полегших водорослей, а те, кто не может уползти, сжались в комочек и втянули свои отростки и щупальца. Жители грунта ушли в норки. Но, как только волна прилива зальет побережье, жизнь просыпается, все обитатели литорали выходят из укрытий, раковинки и домики раскрываются; 6—8 ч на литорали кипит жизнь, пока новый отлив опять не приостановит ее.

Есть моря, в которых приливно-отливные колебания ничтожно малы, например Черное и Азовское. Но и здесь легко обнаружить амфибиальную фауну. На берегу под камнями прячутся крабы. У самой воды можно заметить грозди черных ракушек — мидий, прикрепленных к камням прочными нитями. На камнях, нередко в нескольких метрах от воды, видны кучки твердых белых наростов, похожих на зубы. Это «домики» ракообразных — балануса и хтамалюса. Они перешли от подвижного образа жизни к неподвижному. В молодом возрасте эти ракообразные накрепко прирастают к твердому грунту и камням, и «домики» их не оторвет никакой шторм.

В прибрежном песке такого моря тоже есть жизнь, хотя он и кажется безжизненным. Метрах в двух от края воды наберите лопатой песок и промойте его: в решете останется немало животных — маленьких, с гривенник, двустворчатых моллюсков, рачков-бокоплавов и червей.

Фауна литорали может помочь нам понять длительный и сложный путь формирования наземной фауны. Морская фауна более древняя, чем наземная. Некогда на суше совсем не было животных. Различные группы наземной фауны возникли из морских животных, но возникли они в разное геологическое время — сотни миллионов лет назад, а некоторые и раньше. Одним из путей, которыми морские животные переселялись в воздушную среду, была, очевидно, морская литораль. Десятки, сотни тысяч лет литоральная фауна приучалась переносить воздушную среду, приспосабливалась к существованию в ней. Но многие группы морских животных так и не смогли приспособиться к жизни на литорали: для этого нужны были некоторые особенности организма, например покровы тела, противостоящие высыханию. Легче всего осваивали воздушную среду членистоногие и моллюски.

Некоторые наземные животные, далекие предки которых когда-то жили в море, перешли из воздушной среды обратно в морскую. Прежде всего это морские млекопитающие, например киты и тюлени, потом морские черепахи и морские змеи. Многие птицы стали скорее морскими животными, чем наземными. В море вторично переселились очень небольшие группы насекомых и клещей. Однако все перечисленные нами группы животных сохраняют воздушное дыхание.

В подводных лесах

Особенно богата жизнь на небольшой глубине (до 100—200 м), среди пышных зарослей морских водорослей, главным образом бурых и красных.

В Атлантическом океане существует громадное скопление плавающих бурых водорослей — саргассов. Этот район Атлантического океана называют Саргассовым морем (см. ст. «Растительность морей»). Используя веточки саргассовых водорослей как опору (и, возможно, для питания), около них держится своеобразная группа сидячих, ползающих и плавающих животных: морские уточки, родственные морским желудям — баланусам; морские кольчатые черви полихеты; живущие в известковых трубочках мшанки и асцидии. По водорослям ползают крошечный крабик планес, несколько видов моллюсков и ракообразных; среди саргассов плавают мелкие рыбки. Здесь же держатся и привлекаемые обильной пищей крупные животные — летучие рыбы, тунцы и анчоусы, морские черепахи, плавающий краб портунус.

Среди скоплений красной водоросли — филлофоры держится своя фауна, укрывающаяся в ее зарослях и отчасти питающаяся ею. Больше всего здесь различных ракообразных (в том числе крабов), червей полихет, моллюсков и мелких рыбок.

На песчаном грунте многих наших морей встречаются на глубине от 1 до 3 м обширные луга зостеры, иначе называемой морской травой или камкой.

Исключительно красивы зостеровые подводные «луга» в солнечный день. Они пронизаны зелеными лучами, освещающими своеобразный органический

Велеллы в Тихом океане: *в центре* — велелла с сидящими на ней крабиком планес, морской уточкой и моллюском глаукусом (последние два питаются велеллой); *внизу* — клоп-водомерка; *вверху* — скелет велеллы с молодью морской уточки и янтина, прикрепившаяся к собственному поплавку.

мир. Среди зарослей плавают удивительные рыбки — морские иглы, похожие на палочки. Забавные морские коньки обвивают хвостиками стебли зостеры. По песку ползают крабы. Вот один из них нашел мертвую рыбку, жадно пожирает ее и отбивается от другого краба, пытающегося отнять добычу. На прогалинах лежат плоские камбалы, засыпавшие себя песком, над которым видны только их глаза. Тут и там плавают различные ракообразные — мизиды, амфиподы, креветки, снуют рыбки-зеленушки, ползают моллюски и черви. Повсюду виднеются мшанки, корочками покрывающие листья зостеры.

На поверхности океана

На поверхности любого водоема всегда образуется водная пленка. Она испытывает поверхностное натяжение и потому уплотнена. Водная пленка служит опорой многим мелким морским животным. Все животные и растительные организмы, держащиеся у самой поверхности моря, называются *плейстоном*. Ученые выделили еще *гипонейстон* — верхний слой воды моря в несколько сантиметров толщиной, где в огромном количестве собираются икра, личинки рыб и других животных.

Живые организмы плейстона обладают удивительным свойством приспособляться к самым сложным условиям среды. Очень ярко это видно на примере животных, путешествующих колониями в Тихом океане.

Вблизи экватора на поверхности воды иногда появляются маленькие ярко-синие паруса, как будто целые эскадры крошечных парусных корабликов стремятся к неведомой цели. Это плывут по ветру колонии двух видов морских животных: физалии («португальского военного кораблика») и велеллы («парусника»). Оба животных относятся к группе сифонофор из типа кишечнополостных. Это довольно крупные организмы — от 8 до 12 см в поперечнике. Выставляя над поверхностью воды свои «паруса», они используют для передвижения ветер.

В тропических водах сравнительно мало пищи, и, если бы сифонофоры оставались на одном и том же месте, они вынуждены были бы голодать. Но этого не бывает. Крошечные кораблики всегда в движении. Однако пассатный ветер, надувающий «паруса» сифонофор, имеет всегда одно направление. Если бы он гнал их только в этом направлении, животные могли бы попасть в неблагоприятные для их жизни районы или собраться большими массами в таких местах, где им всем не хватило бы пищи. Поэтому их «паруса» поставлены наискосок к направлению оси колонии, как паруса у настоящего корабля, идущего под углом к ветру. Благодаря такому устройству «парусов» физалии и велеллы совершают круговое движение — передвигаются в пределах одного района. На большие расстояния они переносятся только течениями.

Физалии и велеллы путешествуют не одни — их сопровождает пышная «свита». Тут и летучие рыбы, откладывающие на велеллу свою икру, и брюхоногие моллюски, и крабики, и сидячие ракообразные — морские уточки, планарии, гидроиды. Одни животные из «свиты» велеллы питаются ею, другие используют ее для передвижения, так как сами передвигаться на большие расстояния не могут. Это своеобразное сообщество плейстонных животных состоит примерно из двух десятков разных летучих рыб и беспозвоночных. Все они, так же как и велелла, окрашены в разные оттенки синего. Моллюск янтина поедает велеллу. Для янтины велелла — и «плот» и «пирог». Съев одну велеллу, моллюск перебирается на другую. Янтина может и сама держаться на воде: у нее есть особый «поплавок» из слизистой пенистой массы. А на янтине, в свою очередь, поселяются морские уточки, мшанки и гидроиды. Янтина хорошо защищает себя от врагов: при опасности она выпускает, как «дымовую завесу», красно-фиолетовую

массу. Так же поедают велеллу и другие моллюски, например хорошо плавающий голожаберный моллюск глаукус. А малютки крабики просто заползают на нее, как на живой плот, и греются над водой на горячем солнце.

К плейстону относятся также и некоторые организмы, вызывающие ночью свечение моря (см. ст. «Живой свет»).

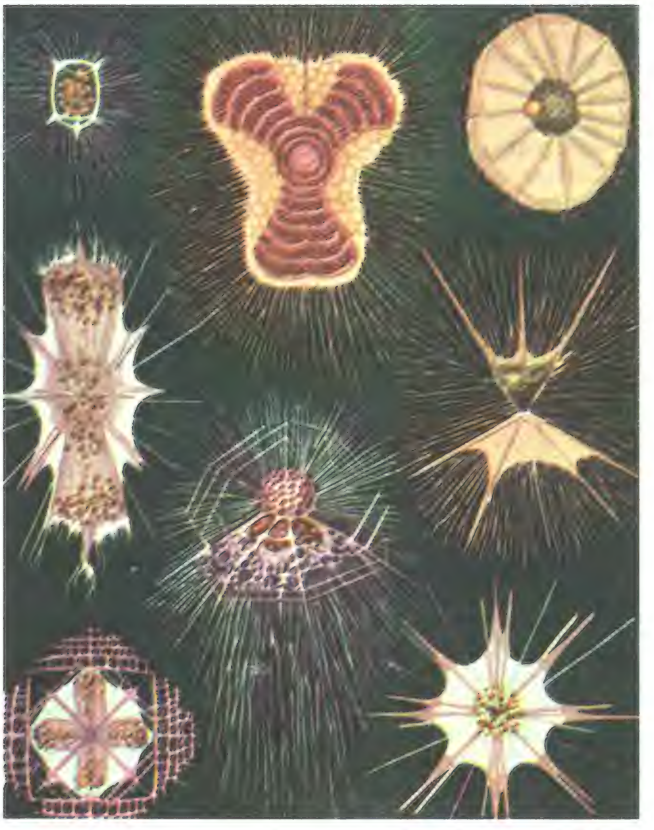
Жизнь в толще воды

Под поверхностной пленкой, в более глубоких слоях моря, также обитают живые существа. Организмы, которые населяют толщу морских и океанских вод, называются *пелагическими*. А на дне располагается *бентос* — совокупность организмов, живущих в грунте либо на нем. Пелагические организмы в свою очередь делятся на *планктон* и *нектон*. Планктон состоит из животных и растений, малоспособных к самостоятельному передвижению. Они передвигаются пассивно — морскими течениями и ветром; в основном это мелкие водоросли и животные. К нектону относятся более крупные животные, передвигающиеся самостоятельно на большие расстояния: рыбы, морские млекопитающие. Настоящие хозяева водной толщи океанов и морей — мелкие ракообразные, головоногие моллюски и медузы, а из позвоночных — рыбы и китообразные.

В океанах и морях, как и на суше, растения — основа животной жизни: обитатели моря питаются ими. На суше главная масса растительности — высшие цветковые растения, а в морях — водоросли. Крупные водоросли — ламинарии, фукусы — растут у побережий, а мелкие, одноклеточные, плавают в толще воды. В море растительность может существовать только в верхнем, освещенном солнцем слое. Вблизи побережий и во внутренних морях водоросли опускаются иногда всего на несколько десятков метров. На больших глубинах, примерно до 200 м, их можно найти лишь там, где вода остается прозрачной.

Глубже обитают только животные. Одноклеточными водорослями обычно могут питаться самые мелкие животные и личинки крупных. Настоящая же пища для морских и океанских животных — пелагические ракообразные. Ими кормятся все: и другие беспозвоночные, и рыбы, и даже киты. А «ракоедами» в свою очередь питаются хищники. Мелких рыб поедают более крупные, а также головоногие

Различные радиолярии из планктона (сильно увеличено).

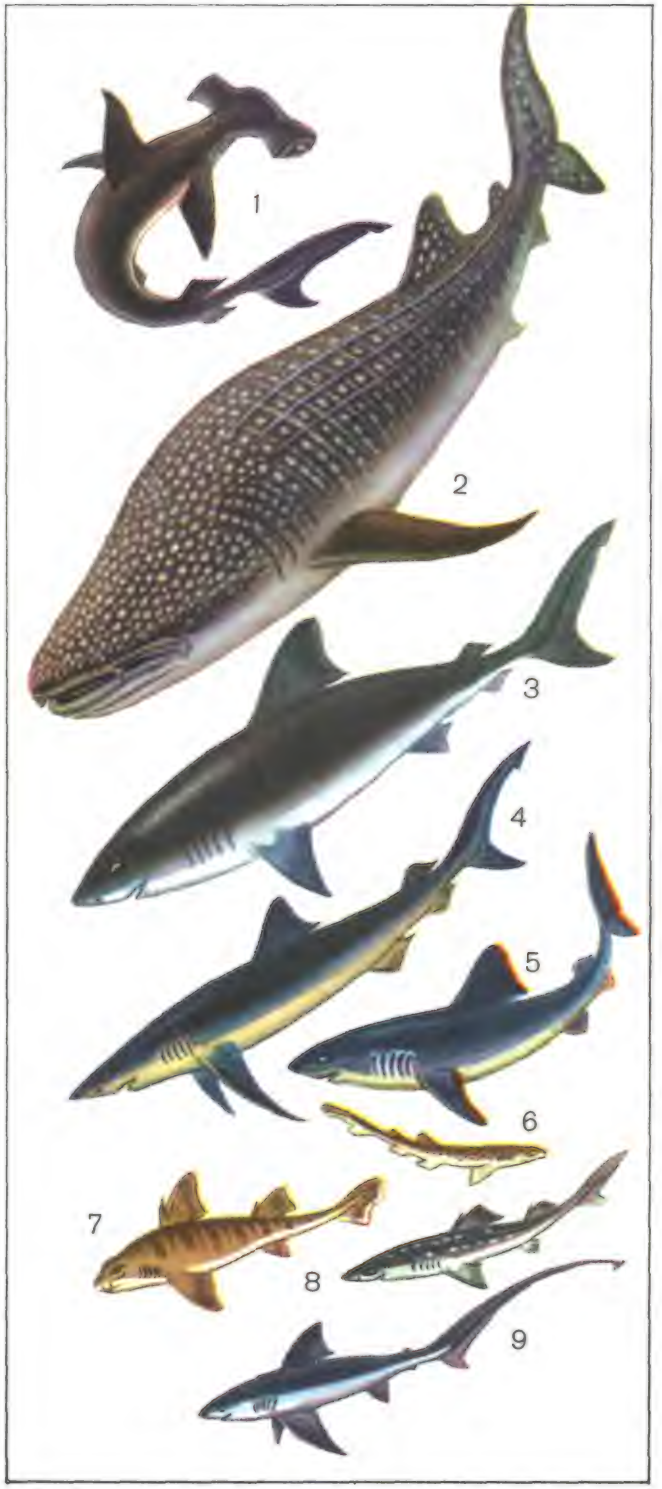


моллюски — осьминоги, кальмары, некоторые киты и ластоногие. Кальмаров истребляют зубатые киты — кашалоты.

Глубже 200 м растительной пищи уже нет, и почти все пелагические глубоководные животные — хищники.

Интересно, что некоторые самые крупные животные питаются наиболее мелкими. Большинство гигантов моря — киты и 15-метровая китовая акула — пожирают мелких планктонных ракообразных. Почему же гиганты моря приспособились питаться мелким планктоном? Дело в том, что по мере увеличения размеров тела животному требуется все больше и больше пищи и, если такой гигант будет хищником, вряд ли он найдет нужное ему количество жертв. А планктона в море всегда очень много, нужно только найти места его скопления и приспособиться отцеживать его из воды, тогда гиганту будет вполне обеспечено питание. Беззубые киты отцеживают планктон специальным фильтровальным приспособлением, состоящим из так называемых усов. У гигантской акулы фильтровальное приспособление помещается в устроенных по-особому жабрах.

Акулы: *1* — акула-молот; *2* — китовая; *3* — людоед; *4* — синяя; *5* — сельдевая; *6* — кошачья; *7* — бычья; *8* — катран; *9* — акула-лисица.



Осьминог.

Странствия обитателей моря

Одно из самых замечательных явлений в толще морских и океанских вод — *вертикальные миграции* (передвижения) планктона. В основном это суточные миграции: на ночь масса планктонных организмов поднимается к поверхности моря, а на день опять уходит в темные глубины. На Каспийском море ночью, в свете электрической лампы, опущенной к морской поверхности, вода кажется молочно-белой от массы ракообразных, поднявшихся из придонных слоев и даже с самого дна. А днем их на поверхности нет. Вертикальные миграции совершают не все организмы планктона. К мигрирующим организмам относятся главным образом ракообразные, в меньшей степени — некоторые рыбы и их личинки, некоторые черви.

Трудно себе даже представить, какие огромные массы планктона (миллиарды тонн!) совершают ежедневные вертикальные миграции: сверху вниз, а затем снизу вверх и опять сверху вниз. И так каждый день, сотни и миллионы лет. Крошечный рачок, длиной всего 4 мм, проходит дважды в сутки расстояние в несколько сотен метров. Следовательно, за сутки он проплывает около 1000 м. За час он проплывает 40 м, т. е. расстояние, примерно в 10 тыс. раз большее, чем длина его тела.

Для чего нужна такая громадная трата энергии? Почему эти организмы избегают света? Очевидно, днем им опасно пребывать в верхнем слое моря. Во мраке глубин меньше врагов и скрываться от них легче. Кроме того, организмы, совершающие вертикальные миграции, уже отвыкли от яркого солнечного света, и он стал для них вредным. Но оставаться постоянно в глубинах они тоже не могут: там мало пищи, а иногда не хватает и кислорода. Верхний слой моря изобилует водорослями и мелкими животными, годными в пищу. Так планктонные животные организмы и приспособились к жизни в море: днем уходят в глубины, а на ночь поднимаются к поверхности.

Некоторые планктонные организмы совершают *возрастные* или *сезонные* миграции. Одни из них обитают в глубинах на ранних этапах жизни, а во взрослом состоянии — в верхнем слое моря. Другие проводят в глубине осень и зиму, а летом живут наверху. Иные животные поднимаются к поверхности для размножения, например некоторые морские кольчатые черви — полихеты.

В тропических морях, в расщелинах коралловых рифов обитает несколько видов морских кольчатых червей. Осенью в определенные дни у этих червей отрываются задние отделы тела, набитые созревшей икрой и молоками. Быстро двигаясь, они всплывают на поверхность моря. Жители островов Самоа называют эти оторвавшиеся части червей палоло. Островитяне готовятся к ночи, когда всплывает палоло, как к празднику. В такую ночь вся поверхность океана кишит бесчисленным множеством палоло. Островитяне выезжают на своих каноэ к рифам и вылавливают палоло сетками. Палоло для жителей островов не только сезонное лакомство, они умеют заготовлять его и впрок.

Вертикальные миграции планктона разъясняют, чем питаются глубоководные животные. В морских глубинах очень много хищников, которые питаются только живыми организмами. Пищей им служат животные, совершающие вертикальные миграции.

Многие крупные морские животные — сильные пловцы. Они способны совершить тысячекилометровый путь из одного океанского района в другой. К таким пловцам относятся многие рыбы, кальмары, киты и ластоногие. Эти путешествия морских животных похожи на перелеты птиц и объясняются теми же биологическими причинами: в различных частях Мирового океана условия для существования животных изменяются в зависимости от сезона. На разных стадиях развития этих животных им нужны различные условия жизни. Кроме того, одни районы благоприятны для откорма, другие — для размножения.

Если передвигаться из тропических областей на север и на юг через моря умеренной зоны в полярные страны, температура поверхностной толщи моря будет падать от +35° до нуля и ниже. При температуре —2° морская вода уже замерзает. Поэтому зимой арктические и антарктические морские бассейны неблагоприятны для существования многих животных. На зиму они уходят в другие районы. Но зато летом их привлекает в северные моря избыток пищи.

С продвижением из экваториальной зоны в полярные области количество живых существ возрастает, а в северных частях умеренных и приполярных областей достигает предела. По сравнению с тропической зоной здесь жизнь богаче в десятки раз. Особенно богаты жизнью северные части Атлантического и Тихого океанов. Громадные массы рыб, в том числе и промысловых, устремляются сюда летом на откорм. Баренцево море — это огромная кормушка для рыб. Но в этом море они почти не размножаются и зимой откочевывают обратно на юг, в более теплые воды Северной Атлантики.

Самые длинные миграции — иногда свыше 10 тыс. км — совершают наиболее крупные обитатели моря — киты. Некоторые исследователи считают, что киты Мирового океана — единое стадо, из Южного полушария они могут переплывать в Северное и обратно. Во время миграций киты преодолевают громадные пространства. В ноябре — феврале в Антарктике лето, ее воды кишат ракообразными, и тут собирается большое число китов. В Арктике лето в июле — сентябре. На эти месяцы киты перекочевывают для кормежки в северные воды Атлантического и Тихого океанов. Для размножения же они уходят в более теплые зоны океана.

Путешествия на днищах кораблей

Рыбы и киты совершают свои миграции самостоятельно, но есть и такие животные, которые «путешествуют» при сознательной или бессознательной помощи человека.

В 1912 г. в устьях рек Эльбы и Везера впервые появился так называемый китайский небольшой мохнатоногий краб — эриохеир. Он отлично чувствует себя в пресной воде (в реках), куда и уходит на десятки и даже сотни километров вверх по течению. Но для размножения эриохеир обязательно спускается в солоноватые воды речных устьев. Теперь он стал быстро расселяться в прибрежных водах и ре-

ках Северного и Балтийского морей. Сильно размножившись, китайский краб превратился в серьезного вредителя: он запутывается в рыболовные сети, рвет их; по берегам рек краб роет бесчисленные норы, повреждая земляные дамбы. Не вызывает сомнений, что китайский краб совершил путешествие в устье Эльбы из дальневосточных морей. Но каким образом? Есть все основания полагать, что молодые особи краба совершили его на днищах кораблей, обросших морскими водорослями.

Вероятно, таким же способом переселился из дальневосточных морей в Черное море брюхоногий моллюск рапана. Через несколько лет, после того как его впервые обнаружили в Черном море, он стал приносить большой вред. В Черном море рапана начала хищнически истреблять устриц и мидий, имеющих промысловое значение.

Небольшой крабик ритропанопеус перебрался, очевидно, также на днищах кораблей из Северной Америки в залив Зёдер-зе (Нидерланды) и уже оттуда попал в Черное море, затем в Азовское, а из него через Волго-Донской канал в Каспийское море, где очень сильно размножился.

Люди использовали способность морских организмов акклиматизироваться в новых для них районах и неоднократно переносили разные морские организмы — рыб, моллюсков, ракообразных и даже червей — из одних морей в другие и успешно акклиматизировали их там (см. ст. «Изменение и обогащение фауны»).

Обитатели морских глубин

Какова жизнь в темных, лишенных света глубинах океана? Чем глубже проникает в море дневной свет, тем быстрее он слабеет. Путешественник в глубины океана В. Биб пишет, что у воды в верхних 50 м зеленая окраска, на глубине 60 м — зеленовато-синяя или сине-зеленая, на 180 м у нее ясный синий цвет, на 300 м — слабый черновато-синий. Еще на глубине 580 м Биб улавливал последние следы света. Различными приборами с фотографическими пластинками, а еще точнее с помощью фотоэлектронных камер обнаружено, что свет проникает в толщу океана до глубины 1500 м. Глубже уже никакие приборы его не улавливают. Но животные обитают и глубже 1500 м. Они существуют здесь в полном мраке, в котором лишь кое-где теплятся призрачные огни холодного «живого света». Даже на самой большой глубине —

Глубоководные светящиеся рыбы и другие светящиеся животные.

Жизнь на дне моря на глубине 3—5 тыс. м. *В центре* — светящаяся офиура, морской паук и рак муннидопсис. *За ними* — животные, ведущие сидячий образ жизни,— морские перья. *Слева вверху* — красный рачок креветка.

около 11 тыс. м — можно найти животных. На этой глубине они испытывают чудовищное давление.

Океаническую среду называют царством однообразия. Это в наибольшей степени справедливо по отношению к глубинам океана. Здесь в воде почти нет колебаний температуры и солености. В глубинах океана и на его дне жизнь по сравнению с прибрежными районами в тысячи и десятки тысяч раз беднее. У побережий количество донных животных нередко выражается сотнями граммов или даже несколькими килограммами на квадратный метр морского дна. А в глубинах океана это количество иногда равно лишь нескольким миллиграммам на такую же площадь дна. Плотность планктона в прибрежных водах достигает сотен, иногда тысяч миллиграммов на 1 м^3, а в глубинах она ограничивается миллиграммами или даже долями миллиграмма. Это объясняется в первую очередь обилием пищи у побережий и недостатком ее в океанских глубинах.

Население поверхностных зон Мирового океана насчитывает около 170 тыс. видов разных животных, главным образом простейших, губок, кишечнополостных, червей, членистоногих, иглокожих, рыб и млекопитающих. Чем глубже, тем меньше видов, а на самых больших глубинах океана обитают всего лишь немногие сотни или даже десятки видов. Там преобладают корненожки фораминиферы, губки, кишечнополостные, черви, ракообразные и иглокожие. Глубоководные рыбы обитают на несколько меньших глубинах.

В наше время изучение жизни морских глубин достигло значительных успехов. Большая заслуга в этом принадлежит советским научным экспедициям, проводящим свои исследования в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах.

Глубоководная фауна создавалась постепенно, начиная с древнейших геологических эпох. Продолжает она создаваться и теперь. Поэтому в ее составе есть и очень древние формы, и еще совсем молодые. Замечательную находку сделала датская глубоководная экспедиция, плававшая на судне «Галатея». В Тихом океане к западу от Мексиканского побережья с глубины 3,5 км был выловлен удивительный моллюск неопилина. Это представитель особого класса, который был широко распространен в мелководных морях сотни миллионов лет назад — в древнейшие геологические эпохи. Очевидно, за длительные геологические периоды условия жизни в океанических глубинах почти не изменились, чего, конечно, не могло быть в поверхностных слоях океана.

В глубинах дальневосточных морей и в глубоководных впадинах Тихого океана обитает группа морских беспозвоночных животных, близкая к позвоночным,— погонофоры. Группа эта очень древняя, и о ней узнали, лишь когда стали изучать глубоководную фауну. Сейчас советскими морскими экспедициями собраны десятки видов этих своеобразных животных. Очевидно, и погонофоры в древние геологические эпохи заселяли мелкие моря, потом они там вымерли и сохранились только в глубинах океана.

Глубоководная фауна формировалась, очевидно, в зоне холодных и умеренных морей, где животные, погружаясь в глубину, не встречали значительных изменений температуры. Часть глубоководной фауны могла возникнуть и в тропической зоне океана.

Очень интересны и разнообразны приспособления у глубоководных животных для существования в океанических глубинах. Здесь много хищных рыб — их внешний вид наглядно говорит об образе жизни. У них громадные пасти с длинными загнутыми назад острыми зубами; кажется, что все животное состоит из одной пасти. Туловище же обычно непропорционально тонкое, иногда короткое.

У многих из этих хищников вся пасть светится изнутри, и бедную жертву так и тянет заглянуть туда, а хищник того и ждет: попробуй — загляни! У рыбы-удильщика для привлечения жертв есть другое хитрое приспособление: перед самой пастью на длинном щупальце-удочке качается и светится разными огнями маленький фонарик — совсем как светофор на улице, даже и цвета те же. Жертва, привлеченная огоньком, подплывает к самой пасти хищника и за любопытство платится жизнью. И где только у хищников глубин не помещаются светящиеся органы: и под глазами, как фары автомобилей, и по бокам тела, да еще в несколько рядов, так что издали рыба похожа на пассажирский корабль ночью.

Кроме светящейся приманки у глубоководных животных есть очень длинные тонкие усики. Иногда длинным усиком вытянут у них конец хвоста. Все это очень чувствительные органы осязания, способные улавливать малейшее колебание воды. Да и у некоторых ракообразных, живущих на глубинах, усики и ножки чрезвычайно длинны и тонки. Все эти приспособления нужны для того, чтобы находить добычу — ведь ее так мало в глубинах океана.

Рядом своеобразных признаков обладают и те глубоководные животные, которые живут на морском дне или в самом грунте, например голотурии. Многие из них лишены окраски. Вид у них серый, бесцветный. Все они грунтоеды. Наполняя свой кишечник большими порциями грунта, они используют его органические вещества и бактерии.

Штурм океана только начался. Огромное поле деятельности открывается в этой области для вас, будущие покорители океанских глубин.

Электрические рыбы

В теплых и тропических морях, в мутных реках Африки и Южной Америки живет несколько десятков видов рыб, способных временами или постоянно испускать электрические разряды разной силы. Своим электрическим током эти рыбы не только пользуются для защиты и нападения, но и сигнализируют им друг другу и обнаруживают заблаговременно препятствия (электролокация). Электрические органы встречаются только у рыб. У других животных эти органы пока не обнаружены.

Электрические рыбы существуют на Земле уже миллионы лет. Их остатки найдены в очень древних слоях земной коры — в силурийских и девонских отложениях. На древнегреческих вазах встречаются изображения электрического морского ската торпедо. В сочинениях древнегреческих и древнеримских писателей-натуралистов немало упоминаний о чудесной, непонятной силе, которой наделен торпедо. Врачи древнего Рима держали этих скатов у себя в больших аквариумах. Они пытались использовать торпедо для лечения болезней: пациентов заставляли прикасаться к скату, и от ударов электрического тока больные будто бы выздоравливали. Даже в наше время на побережье Средиземного моря и атлантическом берегу Пиренейского полуострова пожилые люди бродят иногда босиком по мелководью, надеясь излечиться от ревматизма или подагры электричеством торпедо.

Очертания тела торпедо напоминают гитару длиной от 30 см до 1,5 м и даже до 2 м. Его кожа принимает цвет, сходный с окружающей средой (см. ст. «Окраска и подражание у животных»). Различные виды торпедо живут в прибрежных водах Средиземного и Красного морей, Индийского и Тихого океанов, у берегов Англии. В некоторых бухтах Португалии и Италии торпедо буквально кишат на песчаном дне.

Электрические разряды торпедо очень сильны. Если этот скат попадет в рыбачью сеть, его ток может пройти по влажным нитям сети и ударить рыбака.

Электрические разряды защищают торпедо от хищников — акул и осьминогов — и помогают ему охотиться за мелкой рыбой, которую эти разряды парализуют или даже убивают. Электричество у торпедо вырабатывается в особых органах, своеобразных «электрических батареях». Они находятся между головой и грудными плавниками и состоят из сотен шестигранных столбиков студенистого вещества. Столбики отделены друг от друга плотными перегородочками, к которым подходят нервы. Верхушки и основания столбиков соприкасаются с кожей спины и брюха. Нервы, подходящие к электрическим органам, имеют внутри «батарей» около полумиллиона окончаний.

За несколько десятков секунд торпедо испускает сотни и тысячи коротких разрядов, идущих потоком от брюха к спине. Напряжение тока у разных видов скатов колеблется от 80 до 300 В при силе тока в 7—8 А.

В наших морях живут несколько видов колючих скатов райя, среди них черноморский скат — морская лисица. Действие электрических органов у этих скатов гораздо слабее, чем у торпедо. Можно предполагать, что электрические органы служат райя для связи друг с другом, вроде «беспроволочного телеграфа».

В восточной части тихоокеанских тропических вод живет скат дископиге глазчатый. Он занимает как бы промежуточное положение между торпедо и колючими скатами. Питается скат мелкими рачками и легко их добывает, не применяя электрического тока. Его электрические разряды никого не могут убить и, вероятно, служат лишь для того, чтобы отгонять хищников.

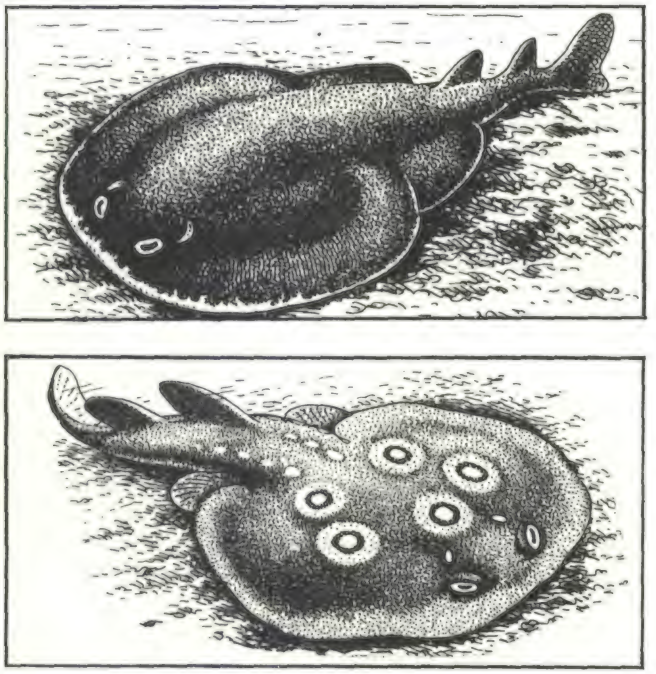
Электрические органы есть не только у скатов. Тело африканского речного сома малаптеруруса обернуто, как шубой, студенистым слоем, в котором образуется электрический ток. На долю электрических органов приходится около четверти веса всего сома. Напряжение разрядов его достигает 360 В, оно опасно даже для человека и, конечно, гибельно для рыб.

Ученые установили, что африканская пресноводная рыба гимнархус всю жизнь непрерывно испускает слабые, но частые электрические сигналы. Ими гимнархус как бы прощупывает пространство вокруг себя. Он уверенно плавает в мутной воде среди водорослей и камней, не задевая телом ни за какие препятствия. Такой же способностью наделены африканская рыба мормирус и родственники электрического угря — южноамериканские гимноты.

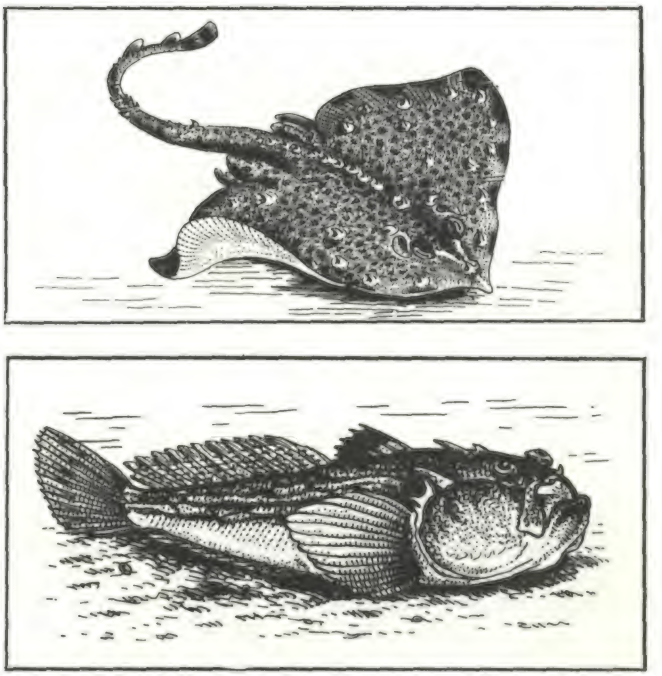
В Индийском, Тихом и Атлантическом океанах, в Средиземном и Черном морях живут небольшие рыбы, до 25 см, редко до 30 см длиной,— звездочеты. Обычно они лежат на прибрежном дне, подкарауливая проплывающую сверху добычу. Поэтому их глаза расположены на верхней стороне головы и смотрят вверх. Отсюда происходит название этих рыб. Некоторые виды звездочетов имеют электрические органы, которые находятся у них на темени, служат, вероятно, для сигнализации, хотя их действие ощутимо и для рыбаков. Тем не менее рыбаки беспрепятственно вылавливают немало звездочетов.

В южноамериканских тропических реках живет электрический угорь. Это серо-синяя змееобразная

Электрический скат торпедо. *Внизу* — скат дископиге глазчатый.



Скат морская лисица. *Внизу* — звездочет.



рыба длиной до 3 *м*. На долю головы и грудобрюшной части приходится лишь $^1/_5$ ее тела. Вдоль остальных $^4/_5$ тела с обеих сторон расположены сложные электрические органы. Они состоят из 6—7 тыс. пластинок, отделенных друг от друга тонкой оболочкой и изолированных прокладкой из студенистого вещества.

Пластинки образуют своего рода батарею, разряд которой направлен от хвоста к голове. Напряжения тока, вырабатываемого угрем, достаточно, чтобы убить в воде рыбу или лягушку. Плохо приходится от угрей и людям, купающимся в реке: электрический орган угря развивает напряжение в несколько сотен вольт.

Угорь создает особенно сильное напряжение тока, когда он изогнется дугой так, что жертва находится между его хвостом и головой: получается замкнутое электрическое кольцо. Электрический разряд угря привлекает других угрей, находящихся поблизости.

Этим свойством можно воспользоваться. Разряжая в воду любой источник электричества, удается привлечь целое стадо угрей, надо только подобрать соответствующие напряжение тока и частоту разрядов. Мясо электрического угря в Южной Америке едят. Но ловить его опасно. Один из способов ловли рассчитан на то, что угорь, разрядивший свою батарею, надолго становится безопасен. Поэтому рыбаки поступают так: в реку загоняют стадо коров, угри нападают на них и расходуют свой запас электричества. Прогнав коров из реки, рыбаки бьют угрей острогами.

Подсчитано, что 10 тыс. угрей могли бы дать энергию для движения электропоезда в течение нескольких минут. Но после этого поезду пришлось бы стоять несколько суток, пока угри восстановили бы свой запас электрической энергии.

Исследования советских ученых показали, что многие из обычных, так называемых неэлектрических рыб, которые не имеют специальных электрических органов, все же в состоянии возбуждения способны создавать в воде слабые электрические разряды.

Эти разряды образуют вокруг тела рыб характерные биоэлектрические поля. Установлено, что слабые электрические поля есть у таких рыб, как речной окунь, щука, пескарь, вьюн, карась, красноперка, горбыль и др.

Живой свет

Иногда ночью в лесу вам встретится странное явление. В знакомом месте, на исхоженной днем лесной тропинке неожиданно замерцает бледный голубоватый свет. Оказывается, это светятся пень и разбросанные вокруг него гнилушки. Осмотрев пень и гнилушки, вы обнаружите, что они пронизаны белыми нитями — грибницей опенка. Она-то (грибница) и светится ночью. Светиться могут также мясо и рыба, лежащие в темной кладовой. Летним вечером на берегу Черного моря среди окатанной волнами крупной гальки бывают видны продолговатые светящиеся предметы. Оказывается, светятся выброшенные морем полувысохшие рыбки — хамса или атеринка. И на мясе и на мертвой рыбе поселяются светящиеся бактерии, они-то и вызывают их свечение.

Во многих местах нашей страны — в средней полосе и на юге, в Приморье и на Сахалине — водятся светящиеся насекомые — светлячки. Они ползают и летают ночью среди кустов и деревьев, вспыхивая как маленькие огоньки. Однако большинство светящихся насекомых живут в тропиках. Особенно известны своим ярким свечением три рода жуков-щелкунов — пирофорусов, обитающих в Центральной и Южной Америке. Кубинские девушки украшали пирофорусами свои волосы. Но живые «драгоценности» сверкают в волосах девушек только ночью. Менее известны жуки фотофорусы с островов Новые Гебриды и Фиджи и чилийский кампилоксенус. У всех этих жуков светятся не только взрослые особи, но и личинки, яйца.

Интересное свечение бывает на море. За кормой лодки в штилевую погоду после заката солнца иногда тянется на 5—6 м светящийся след, а капли воды, падающие с весел, кажутся голубыми искрами. Это светятся мельчайшие простейшие организмы, размножившиеся в громадном количестве в поверхностном слое морской воды. В отдельности эти крошечные существа едва различимы, а когда их много, они производят впечатление единой светящейся массы или светящихся пятен, если скопления эти разбросаны. «А океан... кипит и сверкает,— писал И. А. Гончаров в путевых очерках «Фрегат «Паллада».— Под кораблем разверзается пучина пламени, с шумом вырываются потоки золота, серебра и раскаленных углей».

Свечение моря приносит иногда немалую пользу. Рыбакам оно показывает косяки рыбы, а моряки замечают по усиливающемуся свечению моря подводную опасность — скалу, риф, отмель. В военное время свечение моря выдавало торпеду или подводную лодку. Но не раз бывало во время войны и так, что корабли из-за свечения моря не могли развивать полный ход. Быстро идущий корабль сильно будоражит воду, это вызывает заметное свечение вокруг него, и особенно следа корабля. Демаскируемое свечением судно вынуждено замедлить ход, чтобы не быть замеченным противником.

Среди морских животных есть немало светящихся. В заливе Посьета на Дальнем Востоке в конце лета бывают видны ночью голубоватые вспышки. В воде на искрящемся фоне вдруг вспыхивает что-то величиной с ладонь, а позади протянется, как по линейке, узкий светящийся след. Это светится слизь, которую выпускает, уходя от врагов, маленькая мелководная каракатица сепиола. На юге Индии рыбаки ночью ловят в прибрежных лагунах светящуюся рыбу величиной с нашего карася — лейогната, интересную тем, что она не только светится, но и издает звуки. В Индонезии по ночам мерцают у берегов небольшие рыбки фотоблефарон и аномалопс. Вырезанные у них светящиеся органы не гаснут несколько часов. Рыбаки наживляют свои удочки этими фонариками.

Ученые опускались в глубь моря на несколько сотен и даже тысяч метров в стальной сферической камере (батисфере) или в глубоководной подводной лодке (батискафе). Они попадали в область вечной ночи, куда не проникает солнечный свет. Там сквозь иллюминаторы было видно множество вспышек, мерцающих облачков. Это светились глубоководные рачки, медузы, рыбы, моллюски — кальмары и каракатицы (см. ст. «Животный мир морей и океанов»). Таким образом, «вечный мрак» глубин оказался вовсе не таким непроглядным, как думали еще недавно. Беспрерывное сверкание глубин океана, вызванное светящимися животными, записывают особые приборы — батиспектрофотометры, опускаемые на тросе с исследовательского судна.

Между свечением гнилушек в лесу, мяса в кладовой, мертвых рыбешек на пляже, светлячков в кустах, искрящейся морской воды, глубоководных и мелководных моллюсков и рыб много общего. Все это разновидности *биолюминесценции*, т. е. *холодного биологического свечения*, свойства, которым обладают сравнительно немногие виды бактерий, грибов, насекомых, морских животных, от простейших до рыб. «Живое свечение» — это чрезвычайно медленное окисление с ничтожным выделением тепла и с небольшим поглощением кислорода извне.

В Японии исследовали свечение области кишечника мелководной рыбы параприакантус. Оказалось, что свет у нее испускается не светящимися бактериями, как у только что названных рыбок и каракатицы, а при соединении особых веществ — белка люциферина и фермента люциферазы. Люциферин окисляется при участии люциферазы. От 80 до 92%

энергии, выделяемой при окислении люциферина, превращается в видимый свет. Между тем в самой лучшей лампе накаливания на долю видимых нашими глазами световых лучей затрачивается лишь 2% поглощаемой ею энергии. Остальная часть энергии расходуется на излучение тепла. Светлячки, бактерии, различные светящиеся морские организмы дают свет с потерями, по крайней мере в 40 раз меньшими.

Явление люминесценции — холодного свечения — встречается не только в живой природе. Способностью светиться обладают некоторые газы, красители, соли и другие вещества. Они светятся сами или под влиянием внешних причин, например электрического разряда. Северное сияние и свечение телевизионного экрана, светящиеся облака и лампы дневного света — это все примеры люминесценции.

Живые звуки моря

Морская вода насыщена звуками. Это обнаруживают опытные ныряльщики за те немногие секунды, которые они проводят под водой. Они слышат эти звуки собственными ушами, даже не пользуясь никакими приборами. В воде звук распространяется в 5 раз быстрее, чем в воздухе: в воде его скорость — 1500 м/с, а в воздухе — 300 м/с. Звуки моря лучше слушать через специальный аппарат — гидрофон. Он усиливает звуки и делает их отчетливее. Гидрофон подвешивают в толще воды, кладут на дно моря или закрепляют на подводной части корабля. Провода от аппарата идут в корабельную каюту акустиков или в береговой гидроакустический пункт. С помощью гидрофона можно слышать плеск воды, гулкие, как выстрелы, удары прибоя, звуки машин и винтов проходящих вдали кораблей, шумы от плывущих рыб, китообразных и тюленей.

В Средиземном и Черном морях живет крупная рыба сциена, у нас ее называют горбылем. Еще рыбаки Древней Греции знали, что сциена издает в пору икрометания громкие, протяжные, стонущие звуки. Эти звуки слышны тихой ночью не только с лодки, но и с прибрежных скал, даже если сциены находятся на глубине 30—40 м.

Мечта всех мальчиков, живущих на берегах теплых и тропических морей,— поймать красавца морского петуха. Это вкусная рыба средней величины. Она бродит по дну моря на пальцеобразных брюшных плавниках. Ее красивые грудные плавники похожи на два веера и окрашены в красный, синий и оранжевый цвета. Морской петух поет круглый год, а не только в период икрометания, но издаваемые им громкие звуки похожи не на петушиное пение, а скорее на ворчание или храп. Они записаны на пленку и не раз передавались, как и звуки морских коньков, по радио в ответ на просьбы любознательных слушателей. Некоторые виды морских петухов могут испускать и протяжный, довольно музыкальный свист. Кто знает, может быть, в основе гомеровского сказания о сладкогласных сиренах, манивших своим пением Одиссея и его спутников, лежат звуки, издаваемые сциенами и морскими петухами.

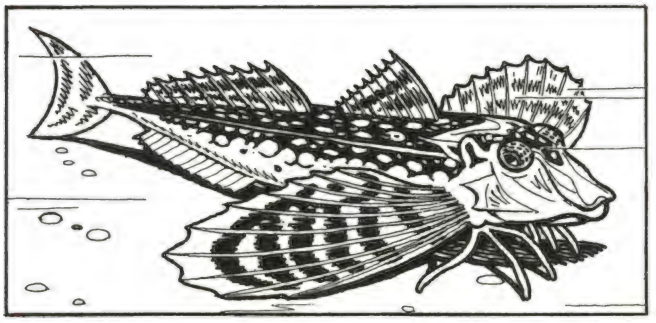
Есть несколько видов рыб, которые издают звуки, напоминающие барабанный бой, поэтому рыбаки их называют барабанщиками. У нас в Черном море «барабанят» зеленушки.

У тихоокеанских берегов Северной и Центральной Америки живет рыба морской мичман. Свое название она получила за светящиеся точки — «золотые пуговицы», расположенные в ряд вдоль обеих сторон ее тела. Самка морского мичмана нерестится около берега, а самец стережет отложенную на дне икру, пока из нее не выйдут маленькие «мичманы». В эту пору морской мичман жужжит, отпугивая других жителей моря, которые не прочь полакомиться охраняемой им икрой. У атлантических берегов Америки живет такая же издающая звуки, но не светящаяся рыбка, родственная мичману.

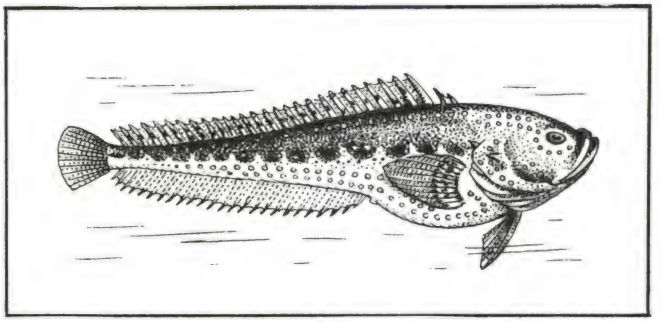
Чаще всего рыбы издают звуки, воздействуя особыми мышцами на свой туго натянутый плавательный пузырь. Скрежещущие звуки они производят глоточными зубами. Рыбы прекрасно слышат звуки в воде и разбираются в их значении. Они собираются в стаи по одним сигналам и бросаются врассыпную по другим.

Рыбаки Индонезии умеют приманивать рыб шуршащими в воде приманками — румпонами, сделанными из листьев сахарной пальмы или из расщепленного бамбука. У нас рыболовы подзывают сомов, ударяя по воде деревянной палкой с углублением на конце (квок). В Индонезии привлекают акул трещоткой из кокосовой скорлупы. Рыбу строматеус индонезийские рыбаки приманивают так. Рыбак опирается грудью на перекладину, укрепленную на конце бамбукового шеста. Другой конец шеста опущен в море. Монотонно и протяжно рыбак повторяет на-

Морской петух.



Морской мичман.



распев: «О-ох». Строматеусы толпятся вокруг лодки и, выскакивая из воды, порой допрыгивают до лиц рыбаков.

Уже давно ученые знают, что сельди обладают сложным и очень чувствительным слуховым аппаратом, но только недавно выяснилось, что сельди сами испускают очень тихие звуки. Можно сказать, что они «говорят шепотом». Рак альфеус щелкает большей из своих клешней, чтобы звуком и выбрасываемой при этом струей воды отпугнуть врага. Эти раки живут сотнями в губках и среди кораллов. Когда к поселению альфеусов приближается рыба, краб или осьминог, раки производят шум, равный по мощности шуму при заклепывании котла.

Особенно сложная звуковая сигнализация у морских млекопитающих дельфинов. Их свистящие звуки почти не воспринимаются нашим ухом, так как они приближаются к ультразвукам. Самка дельфина прекрасно слышит призывы своего малыша и мчится туда, откуда они несутся. Ученым удалось записать плач детеныша дельфина. Когда эта звукозапись была воспроизведена, на нее отозвалась самка дельфина. Молодые дельфины по звуку узнают старого дельфина. В случае опасности дельфины издают особые тревожные звуки, и все стадо мгновенно рассыпается. Когда опасность минует, дельфины, перекликаясь между собой, вновь собираются. Звуки, испускаемые дельфинами, служат им также для обнаружения подводных препятствий, для измерения глубины, иначе говоря, для звуковой локации (эхолокации).

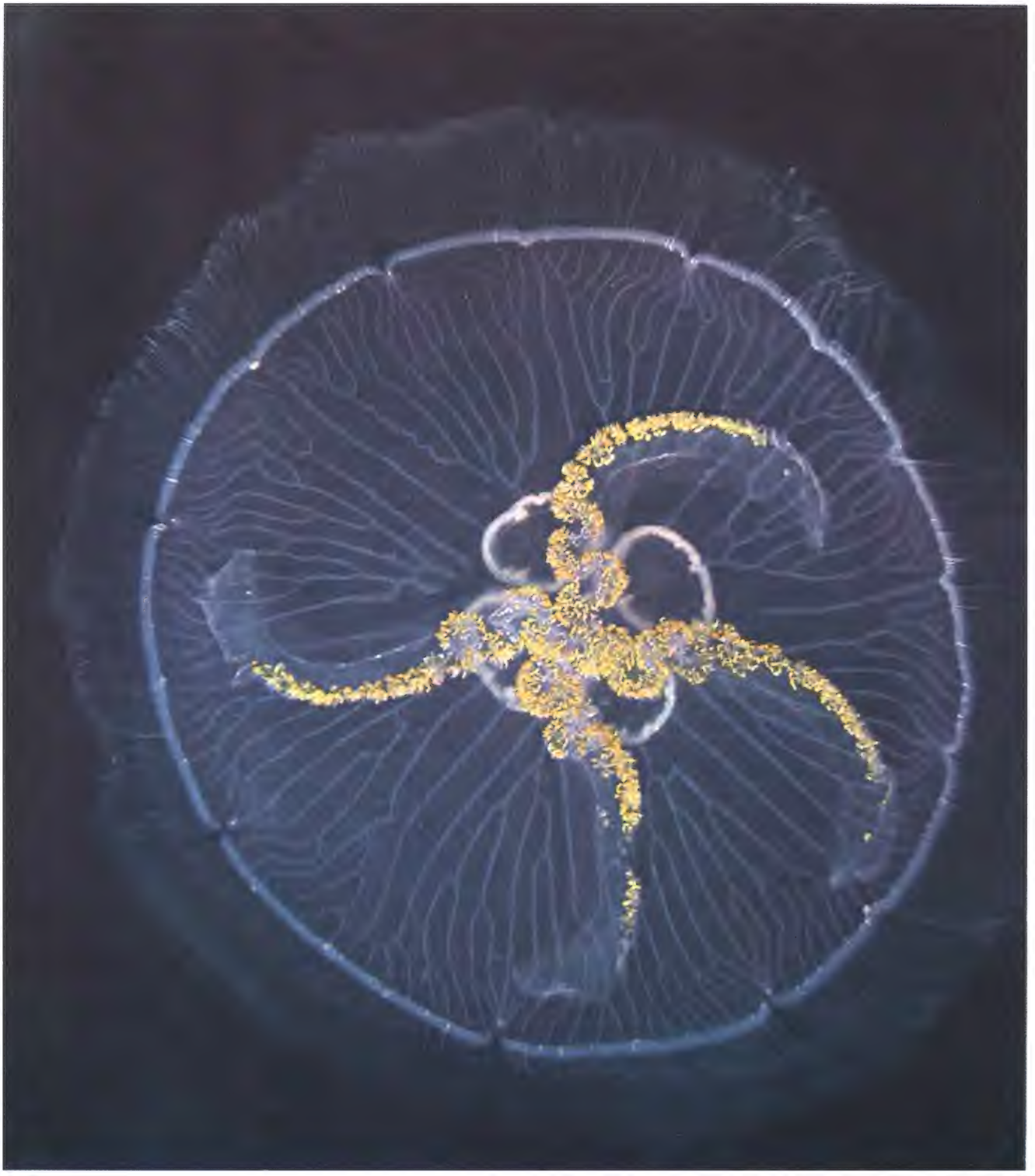
Еще в XVIII в. русский путешественник-натуралист А. П. Крашенинников писал, что у берегов Камчатки киты, раненные ядовитыми стрелами охотников или при нападении хищников и быстроходных косаток, издают «преужасный рев», разносящийся далеко вокруг. Крашенинников имел в виду, очевидно, кашалотов. Американские океанографы слышали, а затем и записали на магнитную ленту звуки, издаваемые кашалотами, плававшими вокруг их судов. Морские гиганты дребезжали, скрежетали и щелкали. По временам это получалось у них в унисон, хором. Вполне возможно, что такие звучания используются кашалотами не только для подачи друг другу сигналов, но и для определения глубины при их стремительном, отвесном нырянии на многие сотни метров, продолжающемся десятки минут. Ныряют кашалоты за добычей — крупными, иногда гигантскими, глубоководными кальмарами.

Много интересного о живых звуках в водоемах можно узнать из книги В. Р. Протасова и И. Д. Никольского «Голоса в мире безмолвия» (М., «Пищевая промышленность», 1969). А к атласу «Звуки рыб» (М., «Наука», 1968) приложена специальная пластинка: она знакомит с многочисленными подводными звуками и их биологическим смыслом.

Цветение моря

Иногда морская вода приобретает необычный оттенок — красноватый, бурый, желтый или темно-зеленый. Это происходит из-за массового размножения мелких живых существ в поверхностном слое моря. Такое явление называется *цветением моря*. Чаще всего цветение моря создают микроскопические водоросли — синезеленые, диатомеи, перидинеи, реже — планктонные рачки, еще реже — медузы, мелкие и крупные. В Черном море иногда появляется огромное количество крупных медуз — аурелий. Они мешают рыбакам видеть стаи хамсы и обнаруживать рыбу гидроакустическими приборами.

Медуза аурелия.



Ранней весной и поздней осенью в наших широтах наиболее сильно перемешиваются глубинные слои морской воды с поверхностными. При этом на поверхность моря поднимаются накопившиеся в глубине соли фосфора и азота, необходимые для развития растительных организмов. В связи с этим в прибрежной зоне и над малыми глубинами начинается массовое размножение диатомей и синезеленых водорослей. Перидинеи не так нуждаются в солях, идущих с глубин, поэтому массовое развитие перидиней случается и летом или даже зимой.

Подавляющее большинство перидиней светится ночью при малейшем механическом раздражении. Один из видов перидиней так и называется ночесветками. Они встречаются в Черном, Японском, Охотском морях. Ночесветка — хищник, хотя представляет собой крошечный слизистый шарик диаметром всего около 1 мм. В Токийском заливе ночесветки появляются в таком количестве, что вода днем выглядит коричневой и непрозрачной, а по ночам ярко светится. И. А. Гончаров, описывая свое путешествие на Дальний Восток на фрегате «Паллада», рассказывал, что он видел у берегов Японии море, покрытое «красной икрой, словно толченым кирпичом», «ночью икра эта сияет нестерпимым фосфорическим светом». Гончаров принял ночесветок за рыбью икру.

У берегов Флориды, Калифорнии, Кубы почти каждый год, а иногда по нескольку раз в году из-за ночесветок бывает «красный прилив»: днем вода бывает красной, а ночью светится. Отмирая, перидинеи губят рыб и морских беспозвоночных; вдобавок, разлагаясь, они выделяют острый, едкий запах, который раздражает людям ноздри, горло, глаза.

Синезеленая водоросль триходесмиум иногда покрывает поверхность тропических морей на сотни миль и размножается в таком количестве, что волны утихают, а вода приобретает запах, похожий на запах хлора. Цветение синезеленых водорослей летом в Азовском и Балтийском морях создает при штиле впечатление, будто на водной глади появились темно-зеленые луга. Отмирая, синезеленые водоросли идут ко дну. Там начинается их разложение. При этом выделяются ядовитые газы и расходуется кислород, находящийся в воде. Оттого иногда гибнут донные рыбы — камбала и бычки.

В некоторые годы поздней осенью Азовское море становится похожим на тихое болото с темно-коричневой, отливающей на солнце зеленоватым золотом водой, издающей характерный болотный запах. Это означает, что происходит массовое размножение диатомовой водоросли ризосолении.

Один из видов диатомей размножается у тихоокеанского берега Северной Америки в таком количестве, что вода кажется смоляной или кровавой. После штормового прибоя на берегу образуются многокилометровые валы выброшенных морем диатомей.

Однажды в южной части Атлантического океана с парохода увидели вокруг большого кита красноватые полосы. Моряки решили, что кит ранен и истекает кровью. Но, зачерпнув за бортом ведро воды, они увидели, что она кишит бледно-розовыми ракушковыми рачками. Красное или розовое цветение моря происходит также от скопления излюбленной пищи сельдей — веслоногих рачков калянид или от изобилия в море обычной пищи китов — крупных, светящихся ночью рачков эуфаузиид. Массовое размножение эуфаузиид наблюдается во всех широтах и даже в тропиках. Обширные пространства Аравийского моря иногда покрываются эуфаузиидами в таком количестве, что цветение моря становится заметно с самолета. Полярникам известны случаи цветения морского льда. При этом лед чаще всего становится зеленым, иногда желтым, бурым или красным — в зависимости от вида микроскопических растительных организмов, скопившихся на его поверхности и в его толще. В начале полярного лета такой окрашенный лед тает быстрее, так как поглощает больше солнечных лучей, чем обычный лед.

Характер цветения, протяженность и очертания «цветущих» участков моря зависят прежде всего от распределения вод разного происхождения и от их движения. Пятна диаметром в сотни метров и полосы шириной до десяти метров и длиной в несколько километров встречаются чаще, чем сплошные многокилометровые «поля цветения». Корабль, прошедший по такому полю, оставляет за собой долго не закрывающиеся просветы. Толщина охваченного цветением слоя воды колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров, реже — до десятков метров.

Под цветущей поверхностью моря могут укрываться целые косяки рыб. Их не видно и трудно обнаружить даже гидроакустическими приборами, так как растительный планктон выделяет пузырьки газа, затрудняющие прохождение в воде ультразвуковых колебаний. Внимательный штурман всегда встревожится, увидев, что окраска моря изменилась или что волнение морской поверхности стало другим, так как это бывает обычно связано с мелями или рифами. Однако такие тревожные сигналы могут оказаться и ложными: просто в этих местах цветет море. И в то же время цветение моря иногда создает на его поверхности непроницаемую для глаз пелену, под которой могут таиться рифы, мины и даже укрываться подводные лодки.

Промысловые рыбы

Примерно 20 тыс. видов рыб населяют воды нашей планеты. Из них около одной десятой доли составляют *промысловые рыбы*. Они дают много ценных продуктов: пищу, лекарства, корм для домашних животных, удобрения для полей, технические жиры и сырье для легкой промышленности. Различают пресноводных, проходных и морских промысловых рыб.

Пресноводные рыбы проводят всю свою жизнь в реках, прудах и озерах. Они составляют около 11% всего мирового улова. Наибольшее значение имеют карповые, окуневые и сомовые рыбы. Самые крупные речные рыбы: китайский псефурус — до 7 м длины и амурская калуга (из осетровых), достигающая 5,6 м длины и свыше 1000 кг; европейский сом — до 5 м длины и свыше 300 кг; южноамериканская арапаима — до 4,6 м длины и 200 кг. Некоторых пресноводных рыб разводят искусственно, например карпа, форель, тилапию, черного окуня, а также травоядных рыб — толстолобика и амура. Важнейшие пресноводные рыбы наших озер и рек — сазан, карась, лещ, плотва, окунь, сом, щука.

Проходные и *полупроходные рыбы* откармливаются и растут в море, а размножаются в реках (см. ст. «Рыбы-путешественницы»). Проходные рыбы совершают дальние странствия от мест откорма к местам размножения в верховьях рек, длиной до нескольких тысяч километров; полупроходные обычно не выходят далеко в море и не поднимаются высоко в реки. Проходные рыбы особенно ценны и вкусны, так как в их теле накапливается много жира. Этот запас необходим рыбам на время долгого пути к нерестилищам. Проходные рыбы — это большинство лососей, сигов, осетровых, обитающих в северных или умеренных водах Европы, Азии и Америки; многие сельдевые, обитающие в водах Южной Европы, Южной Азии и в умеренных водах Америки и Северной Африки (например, сельдь-черноспинка, американская шед, азиатская гильза). Полупроходные рыбы — это несколько видов карповых, обитающих в умеренных водах Южной Европы и Азии (вобла, восточная красноперка, усач, чехонь и др.); из окуневых рыб — судак.

Особенно ценятся осетровые рыбы — белуга, осетр, севрюга; 90% их улова добывается в Советском Союзе: в Черном, Азовском, Каспийском и Аральском морях. Осетровые дают вкусное жирное мясо, черную икру, лучший рыбий клей. Превосходные гастрономические качества осетровых рыб прославлены в античной литературе, а их вкусная икра издавна служила украшением столов.

Очень ценны и лососевые рыбы северных вод: лососи (сёмга, кета, горбуша) и сиги. Лососи откармливаются мелкой рыбой и рачками в океане, и к концу откорма в их теле накапливается много жира (до одной четверти их веса). Для откладки икры они идут к берегам и поднимаются в верховья рек, проходя тысячи километров. Ловят лососевых рыб главным образом у входа в реки, на пути к местам размножения. Эти рыбы дают прекрасное мясо и вкусную красную икру. Чтобы поддержать запасы лососей, строят рыбоводные заводы. Здесь выдерживают икру во время развития, выращивают личинок и мальков, которых выпускают затем в море. Ограничивают и промысел на местах откорма, для чего заключают международные соглашения.

В советском рыболовстве имеют большое значение каспийско-черноморские сельди, судак, вобла, лещ.

Постройка плотин и засорение рек препятствуют нормальной жизни проходных и полупроходных рыб. Для поддержания их запасов необходимо сооружать рыбоходы в плотинах, применять отстаивание и очистку вод с промышленными отходами, спускаемых в реки, расширять искусственное рыбоводство.

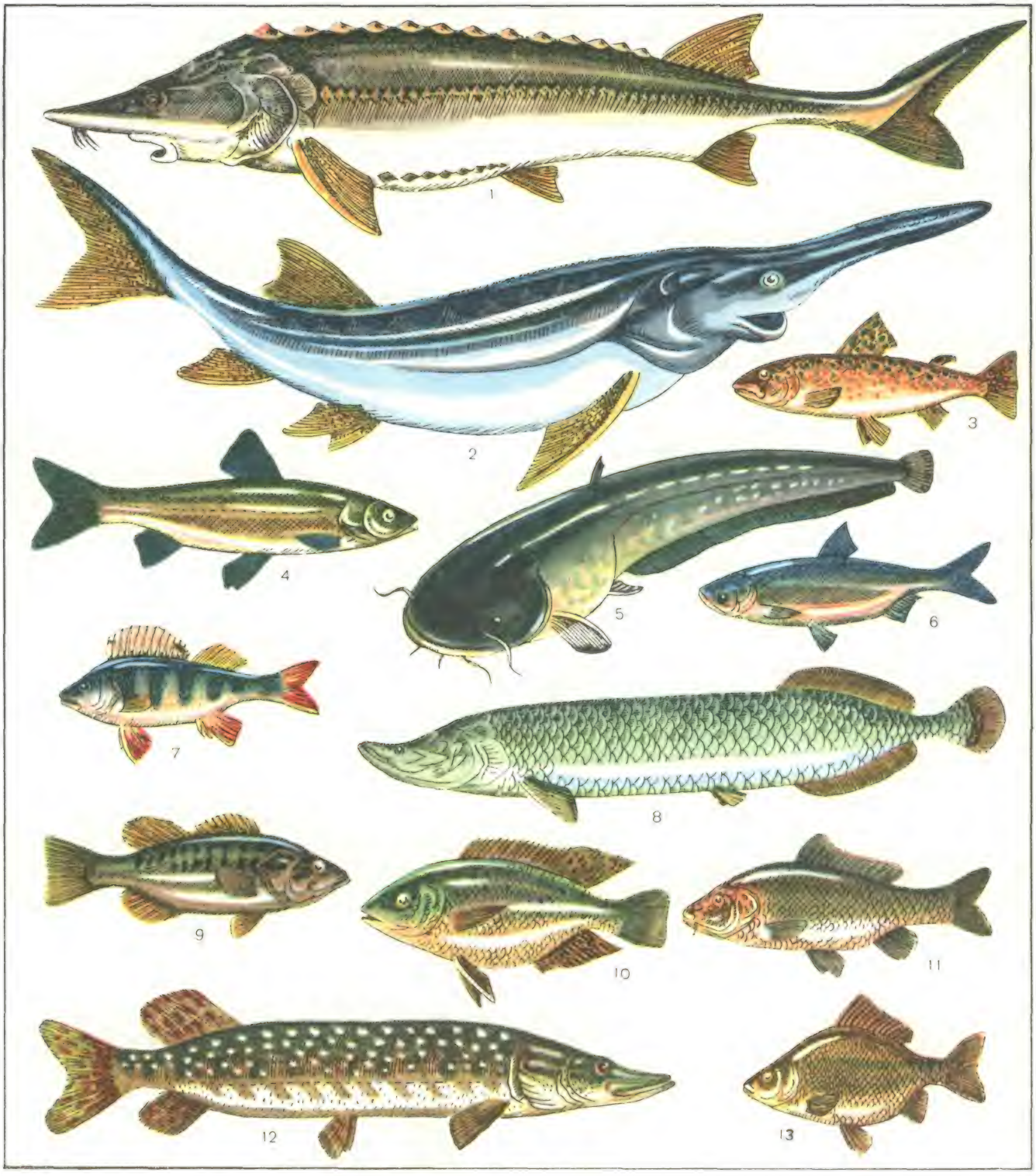
Собственно *морские рыбы* дают свыше 87% мирового улова. Важнейшие из них в северных морях — морские сельди, тресковые, камбаловые, морские окуни, а в умеренных и теплых морях — тепловодные виды сельдевых рыб, анчоусовые, скумбриевые, ставридовые, горбылевые и сайровые рыбы.

Среди морских рыб различают пелагических, т. е. живущих в верхних слоях и у поверхности моря (например, сельдь и скумбрия), придонных и донных рыб, обитающих в придонных водах или на дне (например, треска и камбала).

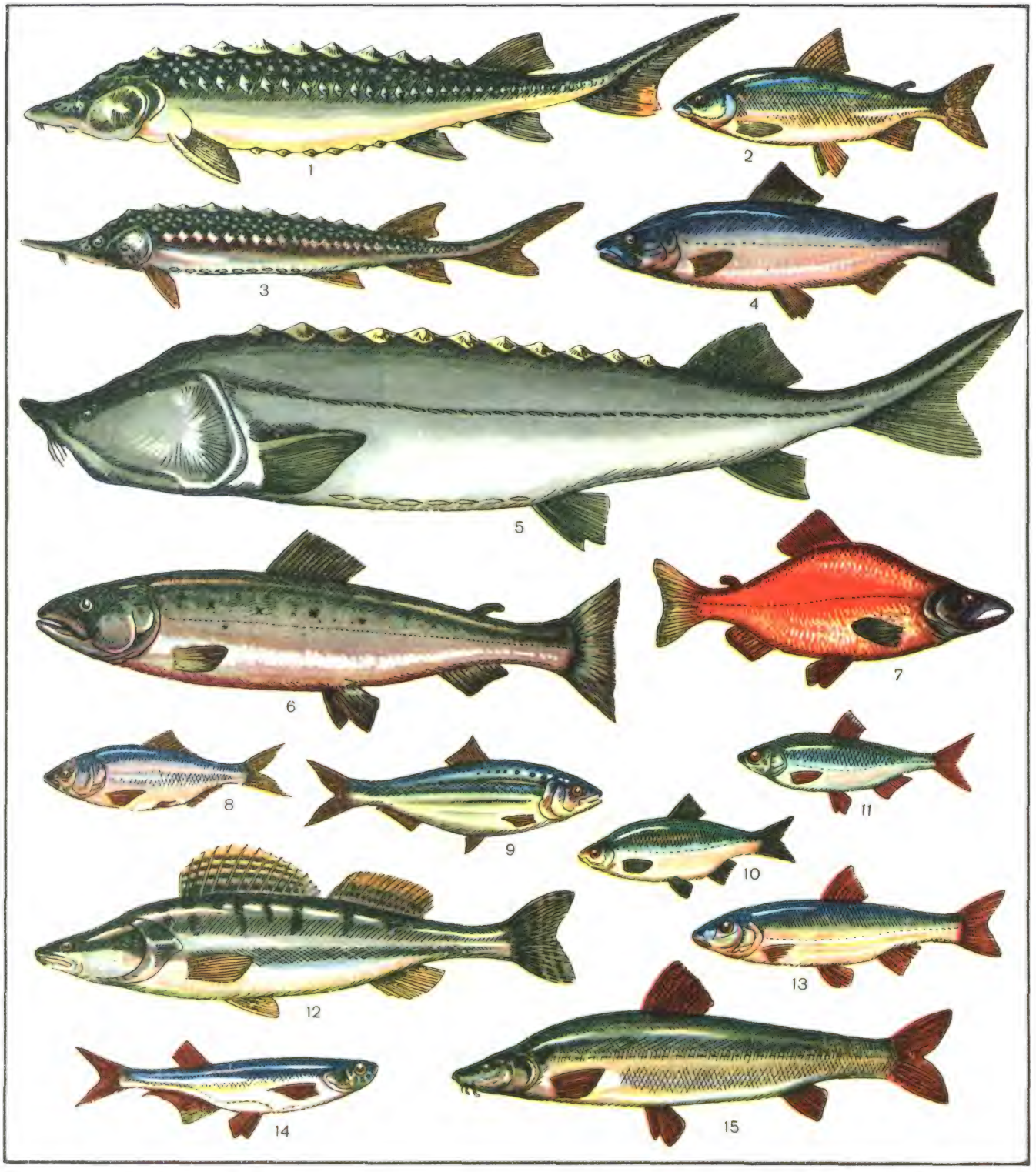
В северных морях Атлантического и Тихого океанов важнейшие морские промысловые рыбы — это сельдь, треска, камбала, морской окунь.

Сельдь — типичная пелагическая рыба, с синефиолетовой спинкой и серебристыми боками и брюшком. Питается она планктоном. Атлантическая и тихоокеанская сельди очень схожи внешне, но биология их совершенно различна. Атлантическая сельдь зимует и откармливается вдали от берегов, в открытом океане над большими глубинами между Шпицбергеном, Исландией и Норвегией. Оттуда она идет к прибрежным отмелям вдоль берегов Норвегии и откладывает икру на песчаное дно на глубине от нескольких десятков метров до 200 м. А тихоокеанская сельдь не уходит далеко в океан и икру откладывает на водоросли у самого берега на глубине от 0,5 до 15 м. Атлантическая сельдь — одна из важнейших промысловых рыб мира — дает громадный улов: до 4 млн. т в год. Человек начал ловить ее давно, 6—7 тыс. лет назад.

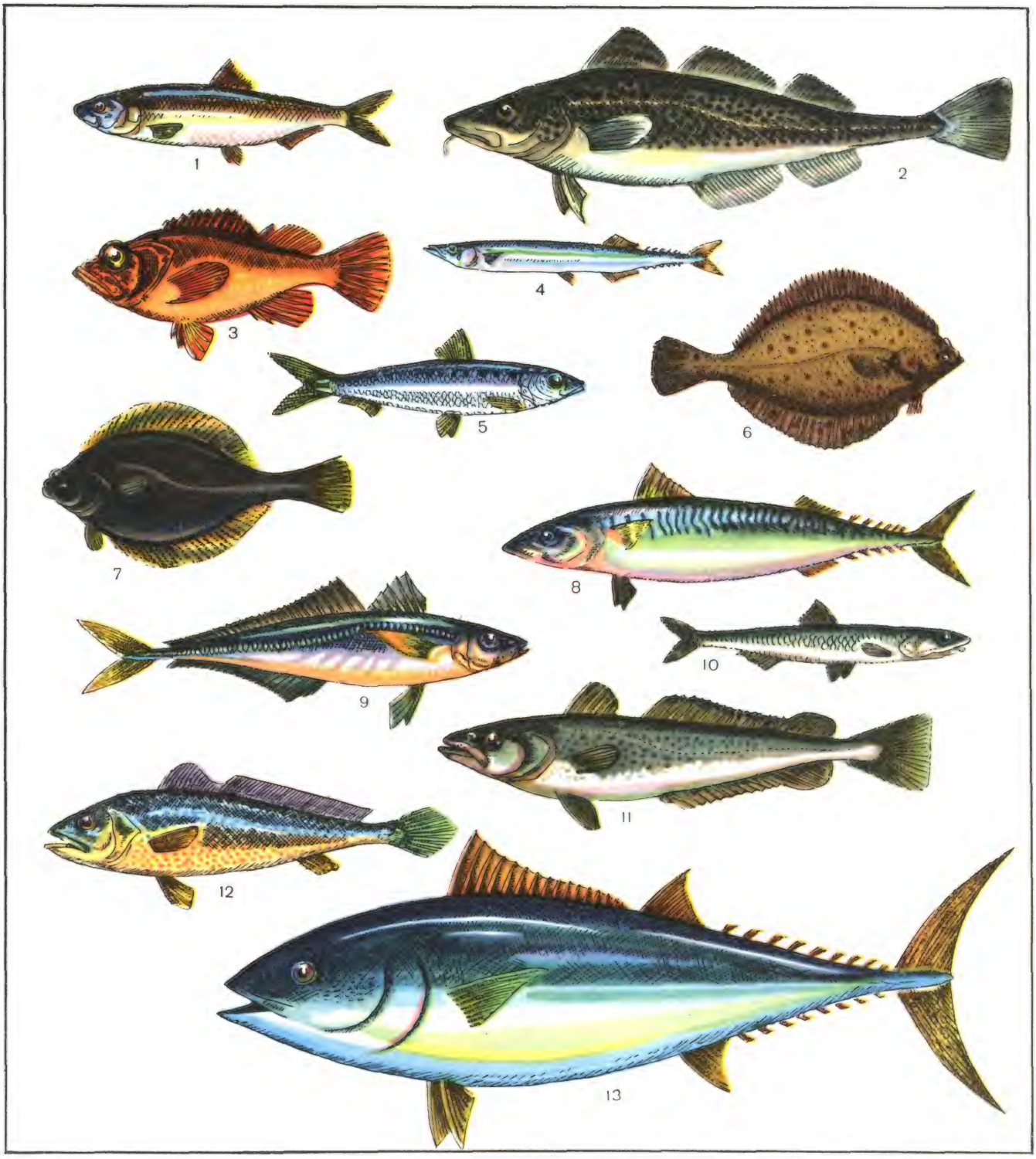
Пресноводные рыбы:
1 — калуга;
2 — псефурус;
3 — форель; *4* — белый амур; *5* — сом;
6 — толстолобик;
7 — окунь; *8* — арапаима;
9 — черный окунь;
10 — тилапия; *11* — сазан;
12 — щука; *13* — карась.



Проходные
и полупроходные рыбы:
1 — осетр; *2* — сиг;
3 — севрюга; *4* — кета;
5 — белуга;
6 — благородный лосось;
7 — нерка; *8* — гильза;
9 — шед; *10* — вобла;
11 — плотва; *12* — судак;
13 — восточная
красноперка; *14* — чехонь;
15 — аральский усач.



Важнейшие морские промысловые рыбы: *1* — сельдь-черноспинка: *2* — треска; *3* — морской окунь; *4* — сайра; *5* — желтоперая сардина; *6* — морская камбала; *7* — дальневосточная камбала; *8* — скумбрия; *9* — ставрида; *10* — анчоус; *11* — мерлуза; *12* — желтый горбыль; *13* — тунец.



Треска— придонная хищная рыба, буро-зеленая, пятнистая. Подобно атлантической и тихоокеанской сельди, атлантическая и тихоокеанская треска очень схожи по внешнему виду, но совершенно различны по образу жизни. Атлантическая треска откармливается в открытом море, вдали от берегов. Откормившаяся в течение лета в Баренцевом море рыбой и рачками, треска идет большими стаями на запад, к берегам Норвегии. Здесь треска выметывает прозрачную икру (одна самка выметывает до 9 млн. икринок). Икринки всплывают к поверхности и подхватываются Северо-Атлантическим течением, несущим их на север и на восток. В это время в икринках развиваются зародыши, выклевываются и растут личинки.

Лов атлантической трески, как и сельди, издавна один из важнейших рыбных промыслов мира. У острова Ньюфаундленд во время лова трески встречаются рыбаки многих стран Америки и Европы.

У тихоокеанской трески икра донная, прилипающая к песчинкам дна; кормится она больше донными животными; не совершает дальних странствий от мест откорма к местам размножения. Уловы тихоокеанской трески в 20—30 раз меньше, чем атлантической.

Мясо трески нежирное (менее 1% жира), весь жир накапливается в печени. Жир этот богат витамином А, необходимым для роста животных. Медицинский рыбий жир, который дают детям и добавляют в корм цыплятам и пушным зверям, и есть жир из тресковой печени.

Немалое значение для рыболовства в северных морях имеют камбаловые рыбы. У них плоское тело, приспособленное для жизни на дне. Оба глаза у взрослых камбал расположены рядом на «верхней» стороне тела. «Верхняя», или «глазная», сторона тела изменяет окраску под цвет окружающего грунта, а нижняя — белая или желтая. Интересно, что личинки камбал вполне симметричны по построению, подобно личинкам других рыб. Они не лежат на дне, как взрослые камбалы, а плавают в воде. У плывущей по течению личинки одна сторона тела растет сильнее другой. Глаз с этой стороны перемещается на другую, «глазную», сторону, тело уплощается. Как только превращение личинки в донную плоскую «одностороннюю» рыбку заканчивается, кончается и плавучая жизнь камбалки — она ложится на дно.

Морские окуни — полуглубоководные рыбы, их ловят преимущественно на глубине 300—450 м. О том, что морские окуни живут в глубокой полутемной воде, свидетельствуют их большие глаза и красный цвет тела. Морские окуни очень интересно размножаются. Они выметывают в воду не икру, а сотни тысяч мелких подвижных личинок, развившихся из икры в полости тела матери. Больше всего добывают морских окуней у берегов Исландии и полуострова Ньюфаундленд, а также в Беринговом море и заливе Аляска.

Южнее области распространения северных рыб (трески, сельди, морских окуней), в теплых морях, совсем другие промысловые рыбы составляют «жатву», собираемую с морей человеком. У берегов теплых морей ловятся сардины, анчоусы, ставрида, скумбрия, а в открытом океане — сайра. Кроме того, здесь идет промысел придонных хищных рыб — мерлузы и горбыля, донных камбал-ромбов, проходных сельдей и осетровых.

Сардины замещают северных сельдей в теплых водах Средиземного моря, соседнем районе Атлантического океана, в Японском море, у восточной Японии, Калифорнии, а также у берегов Южной Африки, Перу, Австралии и Новой Зеландии. Консервы из марокканских сардин широко известны. Дальневосточная сардина иваси была очень многочисленна несколько десятилетий назад, но затем, с похолоданием вод, ее количество уменьшилось.

Анчоусы — это небольшие рыбки, до 15 см длиной, с большим ртом, выступающим вперед рылом и длинной узкой нижней челюстью. У нас много анчоусов в Черном и Азовском морях, где их называют хамсой. Большие косяки хамсы идут весной из Черного моря через Керченский пролив в Азовское море для размножения. За ней летят огромные стаи прожорливых чаек, тут и там ныряют дельфины.

Много скумбрии и ставриды ловят в Японии и Корее, в водах Калифорнии, у берегов Южной Европы, у берегов Африки. У нас они водятся в Черном море и на Дальнем Востоке, в заливе Петра Великого. Эти рыбы — хорошие пловцы. Тело у них обтекаемой формы, заостренное впереди, с тонким хвостовым стеблем.

В северной части Тихого океана, к востоку от Курильских островов, в осеннее время ловят очень много сайры. У сайры удлиненное стреловидное тело, на заднем конце которого расположены мелкие плавнички, напоминающие оперение стрелы. Сайру ловят ночью, привлекая ее светом сильной электрической лампы, спущенной к воде. Рыба плывет к свету, подобно бабочке, летящей на огонь, и собирается здесь во множестве. Рыба эта очень вкусна, особенно в консервах. В южных водах Тихого океана и в Атлантическом океане сайру заменяет близкородственная ей скумбрещука.

Придонных горбылевых рыб особенно много в водах Китая, Кореи, Японии.

Очень сильно отличаются от привычных нам промысловых рыб северных и теплых (умеренных) морей рыбы тропических вод. Среди них много пелагических видов и меньше придонных и донных. Преобладают особые, тропические, виды сельдевых, анчоусовых, скумбриевых и ставридовых рыб, саблирыбы с длинным саблевидным телом и суживающимся в нитку хвостом. Среди придонных и донных рыб много пальцеперов (они имеют обособленные, как пальцы, нижние лучи грудных плавников), тропических видов горбылей, рифовых окуней, разных морских угрей; из камбаловых рыб здесь преобладают морские языки (языковые камбалы).

В тропической части океана особенно развит промысел тунцов. Это крупные хищные рыбы, достигающие 3 м длины и 500 кг. Они свободно пересекают океан из конца в конец. Тунцы альбакоры, например, странствуют через Тихий океан от Калифорнии до Японии со скоростью около 25 км в день. По форме тело тунцов идеально приспособлено для быстрого передвижения в воде. Выступающие плавники укладываются при рывке тела вперед в специальные щели, на суживающемся хвостовом стебле сверху и снизу имеются дополнительные мелкие плавнички, которые «гасят» обратные, «паразитные» токи воды вокруг тела. Имеются у них и боковые стабилизирующие кили. Быстрые движения тунцов требуют большой затраты энергии. Это обеспечивается особой подкожной кровеносной системой, развитой только у этих рыб. Благодаря ей кровь тунцов теплая, ее температура выше температуры воды на 7—9°, а мясо у многих из них красное, почти как у наземных животных. Охотящаяся у поверхности моря стая тунцов видна издали: море в этом месте вскипает белыми бурунами. Тунцы развивают в это время скорость до 90 км/ч. Вот что дают обтекаемые формы тела и сильные мышцы!

Промысловые рыбы Южного полушария, живущие в южных умеренных морях, к югу от Южного тропика, частью сходны с рыбами Северного полушария. Здесь, в умеренно теплых водах Южной Африки и Южной Америки, встречаются и дают большие уловы сардина, анчоусы, ставрида, мерлуза, некоторые горбылевые рыбы. Огромное количество анчоусов, до 10 млн. т, ловят у берегов Перу.

Наконец, в холодных приантарктических водах преобладают совершенно особые виды рыб. Основное промысловое значение имеют здесь нототении.

Важнейшие рыбы нашего рыболовного промысла: в морях северной части Атлантического и Тихого океанов (Балтийском, Баренцевом, дальневосточных) — морские сельди, треска, камбалы и палтусы, морские окуни, минтай (дальневосточная тресковая рыба), лососи, сиги; в умеренно теплых южных морях — Черном, Азовском, Каспийском — анчоусы (хамса), мелкие сельдевые рыбы (килька, тюлька), проходные сельди, судак, вобла, лещ, сазан, бычки, осетровые; в Тихом океане — сайра; в дальних морях, у берегов Америки, Африки,— сардина, ставрида, морские караси, мерлуза (хек) и другие рыбы.

Рыбы-путешественницы

Многие рыбы, в том числе и промысловые — осетры, лососи, сельди, треска, не живут постоянно в одном и том же месте, а совершают далекие путешествия — *миграции*.

Мурманская сельдь, например, мечет икру на прибрежное дно у Северной Норвегии, в районе Лофотенских островов. Теплое Северо-Атлантическое течение подхватывает выведшихся из икры личинок и несет их на северо-восток, к мурманскому берегу. Здесь подросшие мальки усиленно питаются мелкими морскими животными — зоопланктоном. Летом молодых сельдей можно встретить у поверхности значительной части Баренцева моря, а на зиму они уходят в юго-западную его часть. Так они живут несколько лет. Когда весной у сельдей начнет созревать икра, они идут на юг, к берегам Норвегии, где и откладывают икру. Обратно в Баренцево море взрослые сельди не возвращаются. Придерживаясь северной ветви Северо-Атлантического течения, они приплывают в район к западу от Шпицбергена. Здесь они кормятся все лето, а на зимовку уходят несколько южнее Шпицбергена. Весной сельдь снова идет к своим нерестилищам.

Таким образом, путешествовать сельди начинают уже в стадии личинки. Личинки, переносимые Северо-Атлантическим течением, совершают *пассивную миграцию* к местам нагула. Взрослые сельди, возвращаясь обратно к местам нереста, совершают *ак-*

Самец нерки в брачном наряде.

тивную нерестовую миграцию. В промежутке между этими миграциями сельдь совершает еще *зимовальную миграцию.*

Живущая вместе с мурманской сельдью треска размножается там же, где и сельдь, но путешествовать начинает раньше — в стадии икринки. Икра у трески плавающая. Икринки трески, так же как и личинки сельди, переносятся течением к мурманскому берегу и во время миграции проходят первые стадии своего развития.

Треска и сельдь — морские рыбы. Они проплывают во время своих путешествий несколько тысяч километров, но не выходят за пределы соленых морских вод.

Иначе ведут себя так называемые *проходные* рыбы. Эти рыбы из моря, где они кормятся, входят для размножения в реки (лососи, осетры) или, наоборот, из рек, где они кормились, отправляются для размножения в океан (угри).

Лососи собираются в большие косяки и, ориентируясь по морским течениям и береговой линии, находят путь к устью своей реки, откуда мальками они вышли в море. Самая трудная часть пути — река. Здесь рыбе приходится преодолевать быстрое течение, пороги, перекаты, завалы из упавших в реку деревьев и даже водопады. Кета, например, проходит за сутки вверх по Амуру около 50 км, а скорость течения в этой реке — 6—8 км/ч. Такой путь требует затраты большого количества энергии. На это и расходуется жир, накопленный рыбой в океане. Кета подходит к устью Амура во второй половине лета и осенью. В ее теле к этому времени накапливается 10—11% жира. После тысячекилометрового пути по Амуру, когда кета достигает места своего размножения, в ее теле остается лишь около 3% жира. Надо отметить, что, войдя в реку, кета прекращает питаться и живет только за счет ранее накопленных питательных веществ. После нереста все самцы и самки кеты погибают от истощения. Через 4 месяца из икры появляются личинки, а еще через 3—4 месяца подросшие мальки спустятся вниз по течению реки в море, откуда приплыли их родители.

Не все проходные рыбы успевают за год достичь места размножения, иногда на нерестовую миграцию уходит более года. У атлантического лосося — сёмги, которая размножается в северных реках Европейской части СССР, есть две формы — «яровая» и «озимая». «Яровая» сёмга менее жирна, чем «озимая». Она входит в реки весной и летом с почти созревшей икрой. Нерестилища расположены обычно в среднем или даже нижнем течении реки, и до них «яровая» сёмга успевает добраться к осени того же года, потому и не нужно больших запасов жира. «Озимая» сёмга подходит к устьям рек осенью с еще незрелой икрой и не успевает добраться в том же году до места размножения в верховье реки. Пройдя часть пути, она зимует в омутах, а на следующую весну продолжает путь к нерестилищам. «Озимая» сёмга более жирная и крупная. Это и понятно: ее путь вверх по реке длиннее, ей приходится дольше голодать, поэтому ей нужны большие запасы жира.

На местах размножения лососи устраивают в грунте гнезда и закапывают в них икру. Тут она и проходит свое развитие. У атлантического лосося значительная часть отнерестовавших особей погибает и лишь немногие мечут икру несколько раз.

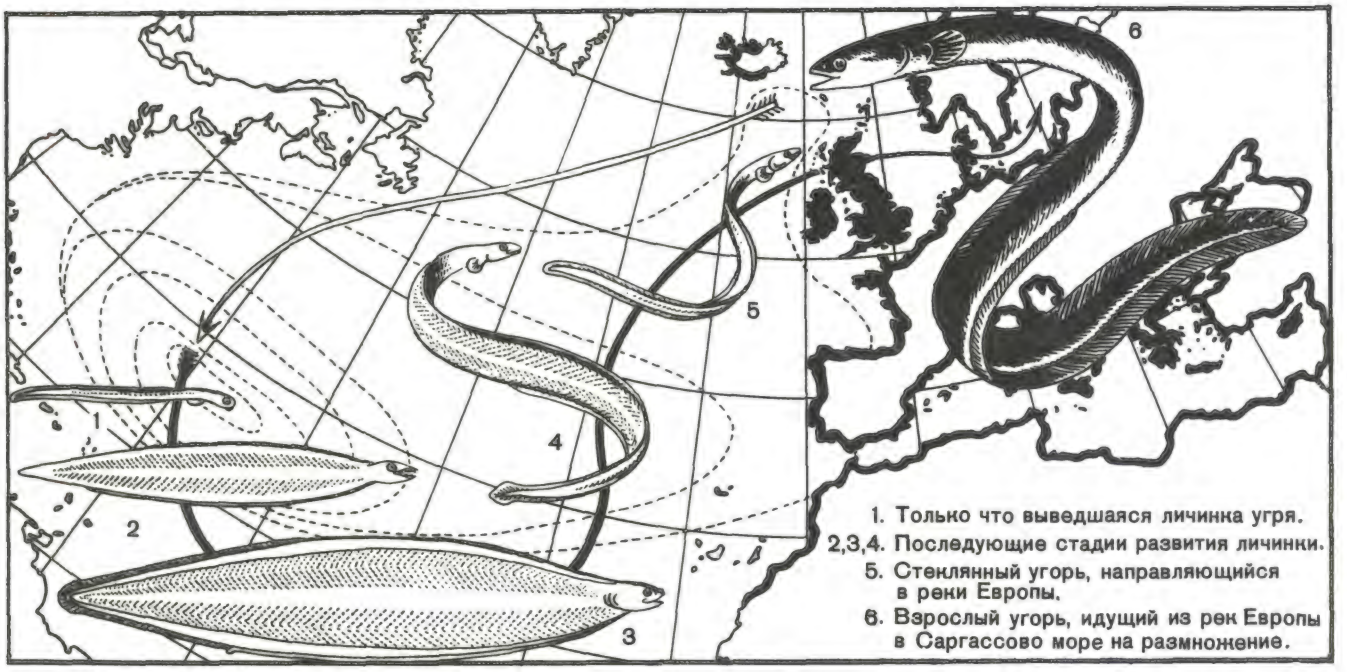
Мальки лососей питаются главным образом беспозвоночными. Мальки горбуши и кеты уходят из реки в море на свои «пастбища» в то же лето, а мальки нерки уходят в море лишь через несколько лет.

Проходной образ жизни ведут также и многие осетровые рыбы — белуга, осетр, севрюга. Они кормятся и растут в наших южных морях — Каспийском, Азовском и Черном, а для икрометания идут в реки, поднимаясь по ним на многие сотни, а иногда и тысячи километров.

К проходным рыбам относятся, как мы видели, самые ценные для промысла: осетры, лососи, белорыбица, аральский усач. Рыбаки ловят их обычно на подходах к нерестовым рекам, когда проходные рыбы наиболее жирны и вкусны.

Проходные рыбы могут преодолевать естественные препятствия: сильное течение, пороги и т. п. Но как быть, когда путь к местам размножения преградит им плотина гидроэлектростанции? Через та-

Схема миграций европейского угря. Жирной линией окаймлены побережья, в реки которых заходят угри. Прерывистые линии очерчивают границы распространения различных возрастных групп личинок угря.



кое препятствие они перебраться не могут. Чтобы рыбы могли пройти через плотину, устраивают специальные рыбоходы в виде лестницы, состоящей из ряда водопадиков, через которые рыба может перепрыгнуть. К рыбоходам иногда ведут специальные направляющие сетки. Они облегчают рыбе поиски правильного пути. Иногда рыбопропускные сооружения устраивают в виде подъемника, напоминающего лифт в городском доме. Однако часто места размножения проходной рыбы оказываются в зоне водохранилища, образованного плотиной, тогда они становятся непригодными для развития икры. Чтобы сохранить стада проходных рыб, их искусственно разводят на специальных рыбоводных заводах, а выращенную молодь выпускают в естественные водоемы.

Некоторые проходные рыбы кормятся в реках и озерах, а размножаться уходят в море. Таков, например, угорь. В пределах СССР он живет главным образом в реках бассейна Балтийского моря. Когда приходит время нереста, взрослые угри уходят из этих рек и идут вдоль берегов Европы на запад в Атлантический океан, пересекают его наискось и добираются до Саргассова моря. Здесь на глубине более 200 м угри выметывают икру. Из нее выводятся прозрачные листовидные личинки — лептоцефалы, которые начинают расселяться в разные стороны и подхватываются Северо-Атлантическим течением. Вместе с его водами они примерно за 3 года достигают Европы. Путешествуя, лептоцефалы растут, а у берегов Европы превращаются в маленьких, все еще полупрозрачных угорьков и входят в реки. Тут они будут откармливаться и жиреть, пока не станут взрослыми и не отправятся в обратный путь в Саргассово море, чтобы там отложить икру и погибнуть.

Угорь, как и другие проходные рыбы, к началу путешествия накапливает в теле большое количество жира. Жир необходим ему для преодоления пути в несколько тысяч километров. Перед началом миграции у угря происходят и другие изменения. Пока угорь живет в реке, спинка у него зеленовато-серая, а брюшко желтоватое. Такая окраска делает его незаметным в реках и озерах. В начале миграции спинка угря становится синевато-черной, малозаметной сверху на фоне океанических глубин, а брюшко серебристо-белым, что делает угря незаметным снизу. Перед началом путешествия у угря увеличиваются глаза. Это дает ему возможность лучше видеть в морской воде на большой глубине. Личинки же угря — лептоцефалы прозрачны и едва заметны в морской воде.

Когда, например, кета заходит для нереста в реку, речная вода кажется кипящей — так в ней много рыбы. Если бы такое количество рыб жило в реке постоянно, им просто не хватило бы корма и они погибли бы с голоду. А в море для них есть пища — большие скопления беспозвоночных и мел-

ких морских рыб. Там проходные рыбы могут накопить жир, необходимый им для миграции. Зато в нерестовой речке благоприятные условия для развития икры. Хищников, поедающих икру, в реке намного меньше, чем в море; корма в реке для мальков на первое время хватает. Когда же они подрастут и корма для них станет недостаточно, они уйдут в море. Обычно первыми в море уходят самки, а за ними следуют самцы. У некоторых проходных рыб уходят в море только самки, а самцы всю жизнь живут в пресной воде. Они мельче самок, им корма и в реке вполне хватает.

Но почему же, например, лосось не может отложить свою икру в море, прямо в воду, как треска? Объясняется это количеством икринок, которые мечут треска и лосось. Треска чрезвычайно плодовита и выметывает большое количество икры, поддерживая этим численность своего стада, хотя значительную часть ее икры, плавающей в толще воды, поедают хищники. Лосось, гораздо менее плодовитый, вынужден прятать свою икру. Но если бы он закопал ее в ил на дне океана, она бы там погибла, так как в иле почти нет кислорода, необходимого для дыхания. Нельзя закопать икру и в прибрежную гальку; прибой быстро ее перетрет. Если же лосось отложит икру на поверхности грунта, ее съедят различные мелкие рыбки. Ведь даже на икру, закопанную в речном грунте, находится немало охотников, а в море их значительно больше, чем в реке.

Таким образом, миграции обеспечивают рыбам наиболее благоприятные условия для развития икры, молоди и взрослых рыб.

Знание путей, по которым движутся рыбы, и сроков их миграции имеет очень большое практическое значение для промысла. Чтобы изучить перемещение рыб, их вылавливают, метят и снова пускают в воду. Поймав меченую рыбу, можно примерно выяснить, как она двигалась. Советские и зарубежные ученые метят много трески и других рыб в Северной Атлантике. Так, например, норвежцы пометили много сёмги, которая кормилась у берегов Северной Норвегии. Через некоторое время несколько рыб с их метками было добыто в реках, впадающих в Белое море, а одна меченая сёмга добралась даже до Печоры.

Самая простая метка — это изогнутая пластинка из нержавеющего металла. Ее специальными щипцами прикрепляют к жаберной крышке рыбы. На пластинке указаны номер, страна и учреждение, пометившее рыбу. Когда рыбу метят, ее обычно измеряют. Это дает возможность при повторной поимке выяснить, насколько рыба выросла. Естественно, что рыбу надо быстро метить и скорее выпускать обратно в воду. Чем меньше будет рыба испугана, чем безболезненнее будет прокол, тем лучше. Испуганная рыба может иногда уплыть не по своему обычному пути.

Применяются и другие способы мечения рыб. Например, прикрепляют цветные пластмассовые пластинки к плавникам или к основанию хвоста. Для мечения трески употребляют герметически закрывающуюся трубочку. В нее вкладывается мелко напечатанное письмо с указанием необходимых данных. Прикрепляется эта трубочка к спинному плавнику рыбы. Интересно метят мелких сельдевых рыб. Пневматическим пистолетиком засаживают рыбе под кожу у брюшных плавников пластинку с номером. При разгрузке улова с корабля на берег над лентой транспортера, подающего рыбу или рыбную муку на перерабатывающих заводах, устанавливают сильные магниты. Они притягивают всех рыб с металлической пластинкой в теле или отбирают метки из муки. У этого способа есть существенный недостаток — очень много меченых рыб погибает. Сейчас применяются «звучащие» метки, которые посылают радиосигналы. По этим меткам можно следить за движением рыбы. Применяют и групповое мечение.

Чтобы проследить перемещение рыб на коротком расстоянии, их иногда окрашивают. Но обычно краска быстро смывается. Иногда при мечении молоди отрезают у каждой рыбы один плавник или кусок жаберной крышки. Этот способ хуже всех других: такая операция рыбе вредна, а метку можно спутать с естественным повреждением.

Ученые исследуют пути перемещения меченых рыб, сопоставляя эти пути с распределением промысловых уловов, и наблюдают с помощью эхолотов за распространением рыб. Выяснив пути перемещения рыб, ученые узнают причины, обусловившие эти перемещения. А узнав причины, по которым рыбы вынуждены путешествовать, можно предсказать, когда и куда подойдет рыба, и тем самым облегчить труд рыбаков.

Морские звери

Киты

Из всех млекопитающих, населяющих Землю, крупнейшие — *киты*. Они бывают зубатые и усатые. К первым относятся кашалоты, косатки, дельфины, морские свиньи, белухи; у них есть зубы, которыми они схватывают добычу. Зубатых китов в морях СССР насчитывается 23 вида, а усатых только 9. У усатых китов вместо зубов с обеих сторон верхней челюсти свисают по 300—400 треугольных роговых пластин. Это и есть «усы». Длина таких пластин достигает порой 4 м.

У одних видов усатых китов брюхо изборождено многочисленными продольными складками — таких китов называют полосатиками; у других брюхо гладкое — это гладкие киты; у третьих — серых китов — на горле имеются 2—3 складки. Название свое они получили из-за серой окраски тела.

Все киты быстро плавают и ныряют, формой тела они очень похожи на рыб, только лопасти хвостового плавника расположены у них горизонтально, а не вертикально. Но к рыбам их отнести нельзя: это морские звери. Киты дышат легкими, у них постоянная температура тела, они рождают живых детенышей и вскармливают их молоком.

Целый год самка вынашивает детеныша. Он рождается под поверхностью моря. Новорожденный появляется на свет довольно крупным — всего в 2—3 раза меньше матери, зрячим и подвижным. Он всюду следует за матерью, которая кормит его молоком более полугода. Молоко это наполовину состоит из жира; оно в 8—10 раз питательнее, чем молоко коровы, поэтому киты и растут так быстро. Мягких губ у детеныша нет, и молоко он не сосет. Детеныш только захватывает плотно кончиком рта материнский сосок, а мать сжимает на своем брюхе особые мышцы и впрыскивает молоко прямо ему в рот.

Зубатые киты — кашалоты. Длина крупных самцов кашалотов достигает 20 м, самки в два раза меньше. Живут кашалоты небольшими стадами. Стадо самок обычно возглавляет самец. Такие стада встречаются в тропиках, но бывает, что они появляются и у берегов Камчатки.

Плохо придется даже крупному судну, если кашалот ударит по нему головой! А она огромная, весит тонн двадцать — почти столько же, сколько все туловище кита, формой же напоминает причальную тумбу — тупая, словно обрубленная спереди. Нижняя челюсть вытянута и имеет примерно 50 блестящих острых зубов. Над верхней челюстью кашалота располагается огромная жировая подушка — спермацетовый мешок.

У одного убитого кашалота — восемнадцатиметрового великана — в желудке обнаружили 400 кальмаров по 20—30 см длиной. Иногда кашалоты нападают на очень крупных кальмаров, до 12 м длиной. Охотясь за кальмарами, кашалоты нередко ныряют на большую глубину — до самого дна, где могут жить лишь глубоководные животные. Известен случай, когда кашалот запутался в подводном кабеле и оборвал его на глубине около тысячи метров.

Опускаться на такие глубины и на длительный срок (до одного часа) ему позволяет особое устройство тела. У кашалота на конце рыла есть только одна ноздря — левая, а правая заканчивается большим подкожным воздушным мешком. В нем кашалот уносит на глубину дополнительный запас воздуха, используя его для звуковой сигнализации и как резерв кислорода. Большое количество кислорода кашалот запасает также при помощи содержащегося в мышцах красящего вещества гемоглобина — так называемого миоглобина. Ток крови у ныряющего кашалота перераспределяется так, что кислородом в первую очередь снабжаются головной мозг и мышца сердца.

Косатки и дельфины. Иногда в море можно встретить стада сравнительно больших зубатых китов, длиной 5—7 м. У них высокие спинные плавники и ярко-белые пятна над глазами. Это морские хищники — косатки. Они нападают на тюленей, котиков, дельфинов, а иногда даже на крупного кита, открывают ему рот и вырывают оттуда мягкий жирный язык, стараются утопить гиганта. Иногда кит, преследуемый этими хищниками, в страхе выбрасывается на берег и здесь погибает чаще всего от перегрева, так как в его теле развивается слишком высокая температура, которую воздух не может охладить. Нападать на кашалота косатки боятся — слишком крепки его зубы да и сила не мала.

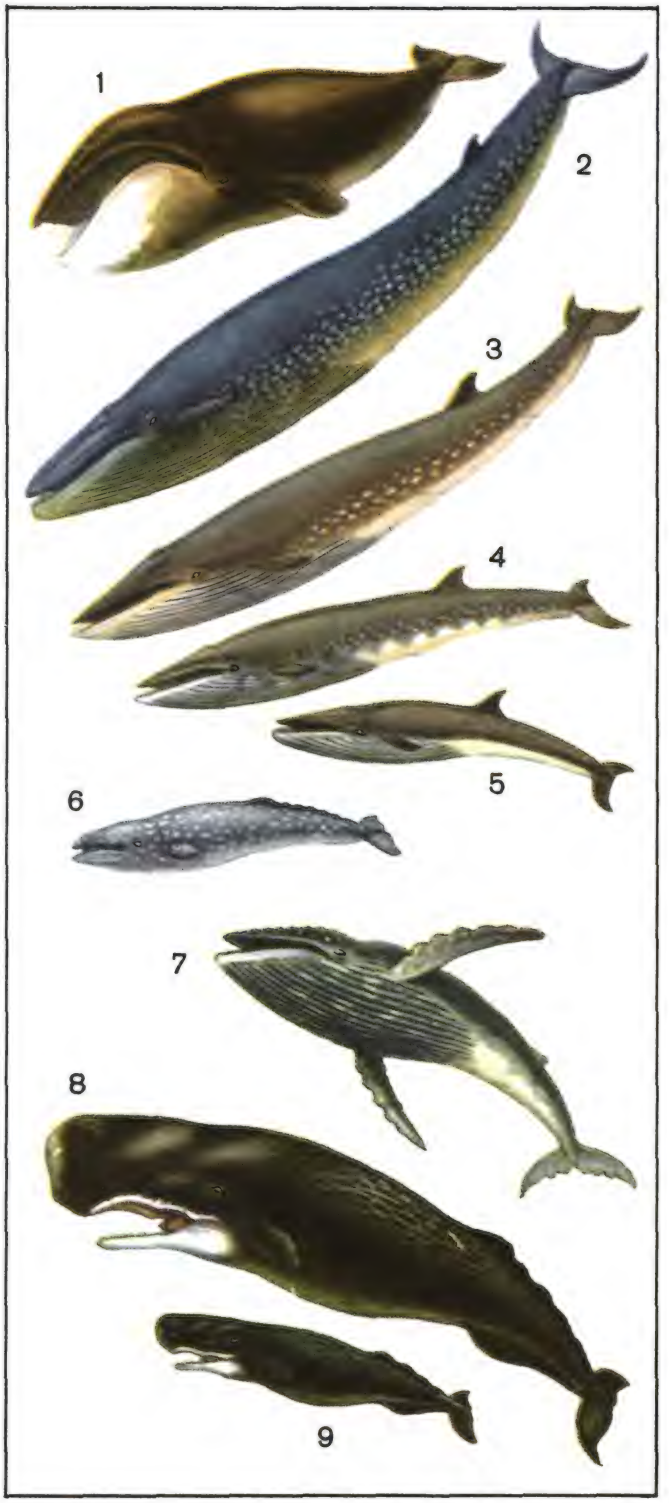
Сейчас косаток начали содержать в неволе в громадных морских бассейнах — океанариумах — в США, Канаде, Англии, Японии и других странах. Оказалось, что это быстро обучающиеся животные, хорошо поддающиеся дрессировке. Выступление дрессированных косаток показывают широкой публике.

Самых мелких китов — дельфинов — можно встретить в Черном море. В Мировом океане их насчитывают 50 видов.

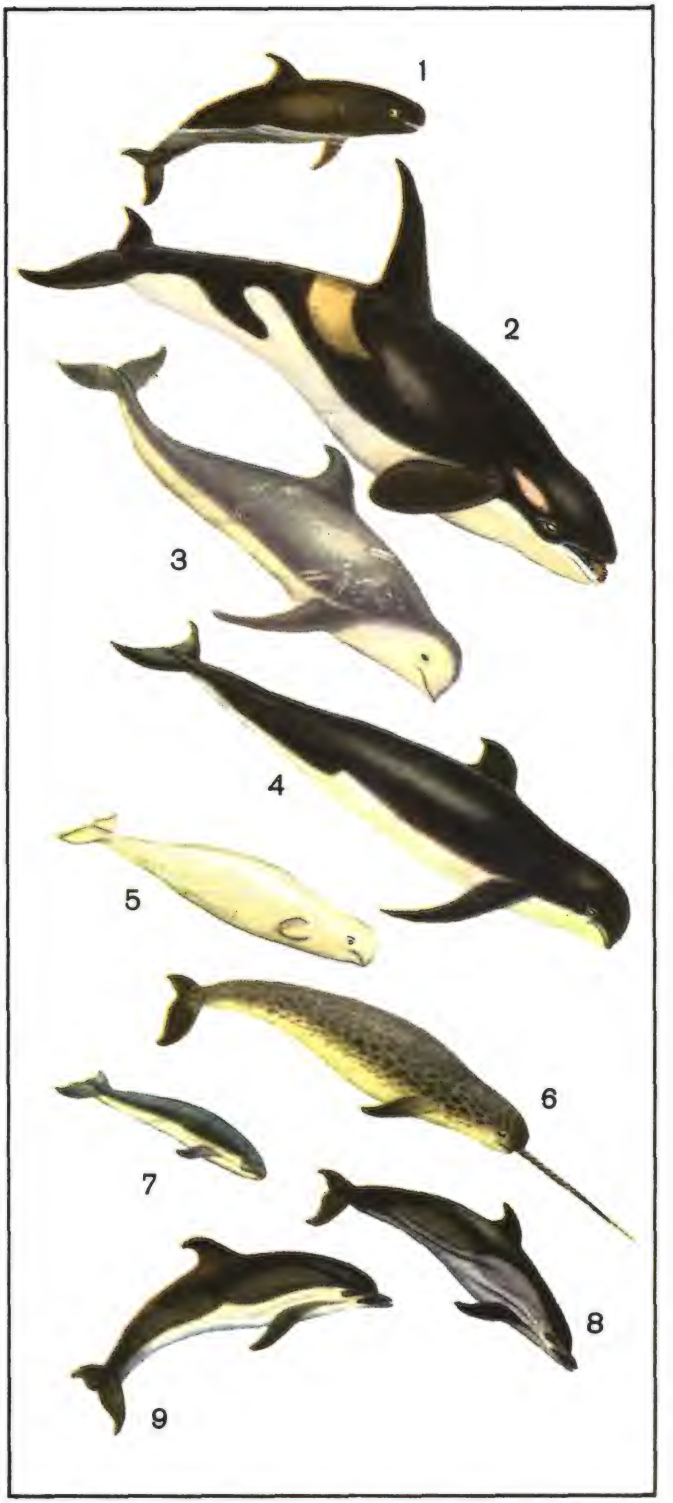
Большинство видов дельфинов обитают в теплых водах, некоторые в умеренных и лишь редкие — в холодных. У нас в арктических морях живут крупные шестиметровые дельфины без спинного плавни-

Групповой прыжок дрессированных дельфинов в лагуне на Гавайских островах.

Киты: *1* — гренландский кит; *2* — синий (голубой) кит; *3* — финвал; *4* — сейвал; *5* — малый полосатик; *6* — серый кит; *7* — горбач; *8* — кашалот (самец); *9* — кашалот (самка).



Дельфины: *1* — малая косатка; *2* — большая косатка; *3* — серый дельфин; *4* — гринда; *5* — белуха; *6* — нарвал (единорог); *7* — морская свинья; *8* — дельфин-белобочка; *9* — афалина.



ка — белухи (белые дельфины) и нарвалы (с пятнистой окраской), самцы которых вооружены прямым костным бивнем длиной до 2—3 м. В реках Южной Америки и Индии обитают пресноводные дельфины — амазонская иния и сусук. Так как они живут в мутных водах и добывают пищу, роясь в илистом дне, их зрение развито слабо, а на длинном клюве имеются осязательные волоски. У дельфина-белобочки, который живет у нас в Черном море, около 200 острых зубов; ими он удерживает скользкую рыбу.

Дельфины — стадные животные с обтекаемым и отлично управляемым телом, стремительно плавающие почти со скоростью пассажирских поездов. Энергичные движения вызывают в их теле избыток тепла, который они отдают морской воде через плавники. У вытащенного из воды дельфина, если он бьется, плавники горячие.

Дельфины прекрасно ориентируются в воде по способу эхолокации: вначале издают щелкающие звуки, а потом улавливают эхо этих звуков, отраженное от окружающих предметов. Они издают многообразные звуки с помощью особого звукосигнального органа, который расположен в ноздре и состоит из мускулатуры и трех пар воздушных мешков. С помощью этого же органа дельфин может копировать слова человека, как попугай. Слух дельфинов очень тонкий: они могут слышать ультразвуки частотой до 200 кГц, а человек слышит звуковые колебания не более 20 кГц. Мозг у дельфинов очень крупный, по форме и количеству извилин в коре больших полушарий напоминает мозг человека.

Ныне дельфинов используют как цирковых и лабораторных животных. Их содержат и изучают у нас и за рубежом в специальных бассейнах. Ученые исследуют кожу быстроходных дельфинов, чтобы по ее подобию создать обшивку скоростных судов, пытаются создать такие же портативные и устойчивые к помехам приборы — эхолокаторы, какими обладают дельфины (см. ст. «Биология — технике»). Эти животные легко поддаются дрессировке и обучаются различным трюкам. Возможно, что в недалеком будущем дельфины будут приручены. Они будут помогать рыбакам находить косяки рыбы, загонять ее в сети, служить для связи и помогать аквалангистам при различных подводных работах. Приручение дельфинов поможет человеку овладеть богатствами моря.

Усатые киты. Самое большое животное в мире — усатый синий кит. Длина этого полосатика достигает 33 м, а весит он до 150 т (столько же весят примерно 25—30 африканских слонов). Вдоль брюха у него тянутся продольные складки. Сердце крупного кита весит до полутонны, язык — до 3 т, а легкие способны вмещать до 14 м^3 воздуха. Синий кит, двигаясь со скоростью 33—37 км/ч, может развивать мощность 500 л. с.

Питаются синие киты мелкой рыбой, моллюсками, рачками. Чтобы прокормиться, такому гиганту нужно выловить сотни килограммов мелких животных. Тут-то и нужны его «усы». Найдя место, где много рачков, кит открывает пасть и плывет вперед. Вода процеживается между пластинками, а рачки застревают в «усах», как в сите. Тогда он закрывает рот и проглатывает добычу. Из желудка пойманного синего кита однажды извлекли полторы тонны небольших рачков.

Размножаться эти киты начинают уже в пятилетнем возрасте. К 20 годам рост их прекращается, хотя живут они до 50 лет. Кормятся синие киты в северных и южных холодных морях, а детенышей рождают в теплых.

Гораздо чаще в наших водах встречается финвал, или сельдяной полосатик,— кит средней длины (18—20 м). Брюхо у него белоснежное, а «усы» — голубые. Как и синий кит, финвал живет вдалеке от берегов, но, преследуя рыбу, изредка заходит даже в устья больших рек.

Совсем близко от берегов живут серые киты. Они посещают прибрежное мелководье и роются мордой в жидком иле, вылавливая придонных рачков-бокоплавов. Часто целые стада серых китов, особенно самки с детенышами, заплывают в пресные или полупресные лагуны. Здесь киты могут не бояться своих врагов — косаток: сюда эти хищники не заходят. Кроме того, в пресной воде погибают их наружные паразиты — китовые вши.

Ластоногие

На Земле обитает 33 вида *ластоногих*. Самые крупные из них в наших морях — моржи. Самец весит до 2 т, длина его тела доходит до 4 м. Вес самки примерно вдвое меньше. Водятся моржи в Северном Ледовитом океане; в СССР наиболее часто они встречаются в Беринговом проливе, Чукотском, Восточно-Сибирском морях и в море Лаптевых. Хищнический промысел в прошлом сильно сократил численность моржей. В Советском Союзе промысел моржей ведется у берегов Чукотки. На них охотится преимущественно местное население, использующее продукцию промысла для своего хозяйства.

Самка котика с детенышем.

У одного убитого моржа в желудке нашли около 1500 моллюсков. Очевидно, морж вдоволь наелся, порывшись в илистом дне на десятиметровой глубине. Все извлеченные из желудка двустворчатые моллюски были без раковин. Морж давит раковины плоскими коренными зубами и выплевывает известковые осколки, а тело моллюска проглатывает.

Каждый клык моржа весит около 2 кг. Этими страшными зубами он действует словно альпинист ледорубом: с размаху втыкает клыки в лед и, помогая себе передними ластами, с усилием вскарабкивается на двухметровую высоту; клыками же он роется на дне в поисках пищи.

Трудно приходится моржу, когда море почти сплошь покрыто ледяными полями; под водой этот зверь может быть не более 20 мин. Но и в такое время его тоже выручают клыки: он пробивает ими отверстие во льду, выставляет ноздри и дышит. Клыки есть и у самцов, и у самок, только у самцов они крупнее и сплюснуты с боков. Под водой взрослые моржи издают звуки, похожие на удары колокола, стук пишущей машинки или отрывистое хрюканье.

Однажды ученым удалось наблюдать, как трогательно заботится самка моржа о своем детеныше. Когда лодка с людьми приблизилась к лежбищу, моржи бросились в воду, но одна самка замешкалась, так как ее детеныш, не чуя опасности, не хотел покинуть льдину. Взволнованная мать подталкивала мордой и ластами беспечного малыша, пока не столкнула его в воду и не скрылась вместе с ним.

Когда на моржонка нападают, он издает громкие и отрывистые звуки; заслышав их, мать сейчас же бросается защищать его. Был случай, когда моржонка отвезли на катере за 2,5 км от лежбища и подняли на судно. По сильному крику детеныша самка нашла это судно и целые сутки плавала вблизи него, подзывая детеныша, и набрасывалась на проходящие мимо катера. Когда моржонка спустили в воду, самка успокоилась и вскоре исчезла вместе с ним.

Моржонок кормится материнским молоком не менее года, а расстается с матерью только в трехлетнем возрасте.

Гораздо меньше, всего от 2 до 4 недель, кормится очень питательным молоком матери детеныш гренландского тюленя — лысуна. Эти тюлени целыми стадами появляются осенью в Белом море. Безобидного зверя привлекает в Белое море то, что льды в этих местах не сплошные: сильные течения разбивают ледяные поля на отдельные льдины, с которых можно в любое время сойти в воду. Кроме того, здесь нет самого страшного врага тюленей — белого медведя: на таком льду ему трудно охотиться за добычей. Новорожденный лысун — белек весит 8 кг, а через месяц — 35—40 кг.

Самый мелкий тюлень — нерпа — весит до 70 кг. Обитают нерпы на обширном пространстве от Балтики до Приморья. Живут они и во внутренних водоемах — в Каспийском море, в Байкале и в Ладожском озере.

Нерпу сравнительно легко увидеть у морского берега среди льдов. Если в сплошном прибрежном льду есть полынья, то почти наверное тут живет нерпа. Вот по полынье побежали легкие волны, мелькнула круглая головка и исчезла. Спустя 5—10 мин она снова показалась, отрывисто вдохнула и опять нырнула под лед. Воздух для нерпы необходим, так же как для человека. Когда лед еще тонкий, нерпа ластами пробивает прорубь. В мороз эта лазейка не замерзает, так как животное постоянно лазает то на льдину, то в воду. Могут нерпы пробить отверстие и в толстом льду. Они собираются кучкой под небольшой трещиной. От их теплого дыхания лед тает.

Около полыньи или проруби иногда расположена неглубокая снежная яма. В ней лежит небольшой пушистый детеныш нерпы — белек. Он такой белый, что на фоне снега выделяются лишь два больших черных глаза да темный кончик носа. Этот детеныш родился здесь дней восемь назад, когда снег толстым слоем покрывал нерпу и ее лазейку. Под снегом возле проруби образовалась просторная теплая

Лежбище котиков и сивучей.

Сивучи.

пещера. Через лазейку в льдине мать время от времени спускалась в воду, чтобы покормиться рыбой. Весеннее солнце с каждым днем все больше разъедало снег, пещера подтаяла и превратилась в снежную яму. Но для детеныша холод уже перестал быть страшным: белек подрос, под его кожей отложился слой жира, мягкая и густая «шубка» греет достаточно, хотя уже и начинает линять. Через несколько дней белек впервые полезет в воду. Но до этого он должен сбросить свою пушистую «шубку». Чтобы хорошо плавать, надо «одеться», как мать, в короткий и редкий волос, который не намокает и не тормозит движения в воде. Много неприятностей ожидает нерпенка в море. Надо быть очень осторожным, чтобы не попасть в зубы белому медведю. Этот хищник одним ударом лапы выбрасывает зазевавшуюся нерпу из воды на льдину и быстро расправляется с ней. Поэтому так чуток и тревожен сон нерпы. Для отдыха она чаще всего выбирается на лед или на берег, но в тихую погоду предпочитает плавать на спине по морю и спать, выставив из воды мордочку и раскинув в стороны ласты.

Летом в Тихом океане, на Командорских островах, живут тысячи котиков. По большой низменной косе, окаймленной белой лентой прибоя, они неуклюже передвигаются с места на место, с усилием подворачивая под себя задние ласты и кланяясь всем телом до самой земли. Выделяются своими размерами крупные серо-коричневые секачи — взрослые самцы. Вокруг каждого из них располагаются от 5 до 20 самок, а рядом копошатся черные детеныши. Весит секач около четверти тонны. Длина его тела достигает 2 м. Самка вдвое меньше и весит всего 50 кг. Малыши, пока не достигнут трехмесячного возраста, не переносят моря — в воде они захлебываются. Сон малыша очень крепок: если взять его на руки, он не проснется.

Пока новорожденные котики не подросли, секачи стерегут самок и не отпускают их от себя. Лишь иногда самки уплывают покормиться в море. На это время детеныши собираются в группы, возвращающиеся самки находят их, и каждая кормит только своего сосунка. Лишь спустя 2—3 месяца молодые котики перестают питаться материнским молоком, а самки могут свободно уходить в море.

Осенью, с наступлением холодов, лежбище котиков постепенно пустеет: группами и в одиночку они отправляются в теплые южные края.

Мех котиков красив, прочен и ценится очень высоко. Поэтому долгое время котиков хищнически истребляли. Теперь в советских морях промысел котиков строго ограничен и количество этого редкого морского зверя восполняется.

Промысел морского зверя имеет большое значение для народного хозяйства нашей страны. Из мяса китов, например, приготовляют кормовую муку; из сала, костей и внутренностей вытапливают жир, который используется в промышленности и для изготовления лекарств; из печени получают витамин А и т. д.

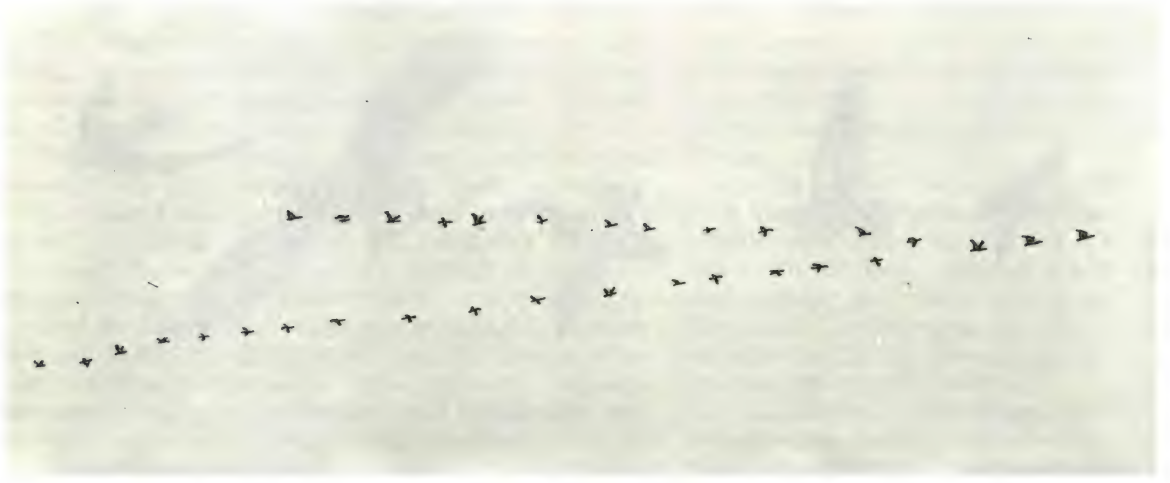
Перелеты птиц

Еще в глубокой древности люди обратили внимание на ежегодные перелеты птиц. Это явление в жизни природы действительно замечательно. С наступлением осенних холодов многие из птиц, живших летом в наших лесах и на полях, исчезают. Вместо них прилетают другие, которых летом мы не видели. А весной исчезнувшие птицы снова появляются. Где же они были и почему вернулись к нам? Разве эти птицы не могли остаться в тех местах, куда улетали на зиму?

Исчезают на зиму одни птицы и появляются другие не только на севере. На юге и даже вблизи экватора птицы совершают сезонные перелеты. На севере птиц заставляют улетать похолодание и недостаток пищи, а на юге — смена влажных и засушливых сезонов. Птицы, размножающиеся на севере и в умеренном климате, проводят на местах гнездования меньшую часть года, а большую часть затрачивают на перелеты и жизнь на зимовках. Тем не менее ежегодно перелетные птицы возвращаются туда, где они вывелись в прошлом году. Если весной птица не вернулась на родину, можно считать, что она погибла.

Чем лучше птица находит свою родину, тем более вероятно, что она выживет и выведет потомство. Это понятно: ведь любое животное, в том числе и птица, наиболее приспособлено к тем условиям, где оно родилось. Но когда на родине условия жизни изменяются — наступает похолодание, исчезает пища, птица вынуждена лететь в более теплые и обильные пищей места. Птицы, совершающие такие путешествия, называются перелетными.

Гуси летят клином (углом).



Но есть птицы, которые круглый год находят на родине подходящие условия для существования и не совершают перелетов. Это оседлые птицы. Оседлы, например, обитатели наших лесов: глухарь, рябчик. Некоторые птицы при благоприятной зиме остаются на родине, а в суровые зимы кочуют с места на место. Это кочующие птицы. К ним относятся некоторые птицы, гнездящиеся высоко в горах; на холодное время года они спускаются в долины.

Наконец, есть и такие птицы, которые при благоприятной зимней обстановке оседлы, но в неблагоприятные годы, например при неурожае семян хвойных растений, улетают далеко за пределы своей гнездовой родины. Это клесты, свиристели, синицы-московки, ореховки, чечетки и еще многие другие. Так же ведут себя гнездящиеся в степях и полупустынях Средней и Центральной Азии саджи.

Некоторые широко распространенные виды птиц в одних местах перелетные, а в других — оседлые. Серая ворона из северных областей Советского Союза улетает на зимовку в южные области, а на юге эта птица оседлая. Черный дрозд у нас — перелетная птица, а в городах Западной Европы — оседлая. Домовый воробей в Европейской части СССР живет круглый год, а из Средней Азии улетает зимовать в Индию.

Места зимовок у перелетных птиц постоянны, но там они живут, не придерживаясь определенных узких районов, как при гнездовании. Естественно, что птицы и зимуют там, где природные условия сходны с условиями жизни на родине: лесные — в лесистых местах, прибрежные — по берегам рек, озер и морей, степные — в степях.

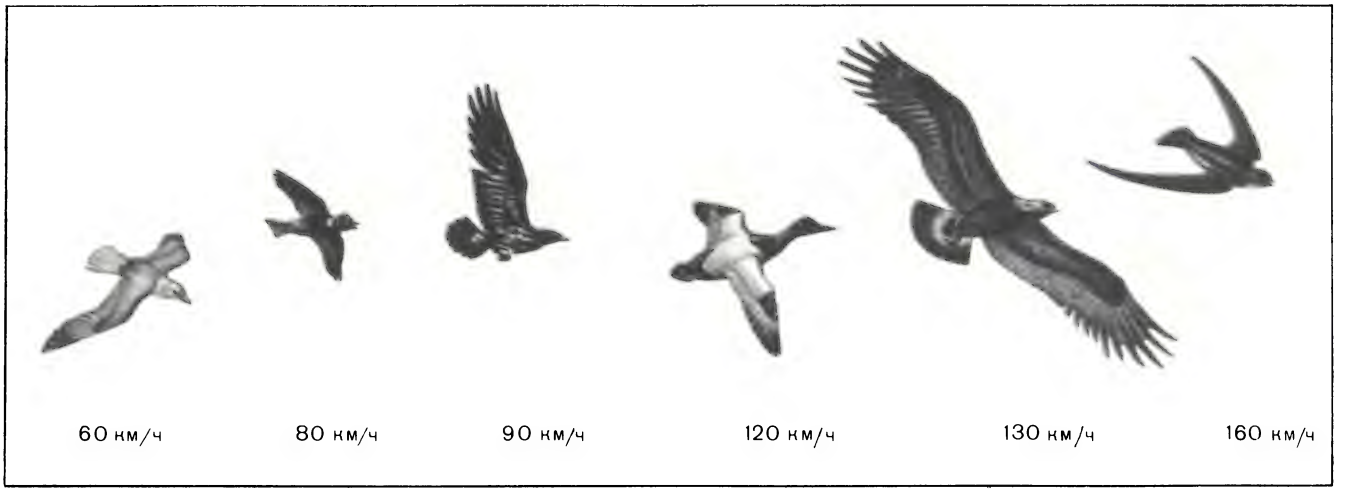
Точно так же и во время перелетов птицы придерживаются привычных и благоприятных для них мест. Лесные птицы совершают перелеты над лесистыми местностями, степные — над степями, а водоплавающие двигаются вдоль речных долин, над озерами и морскими побережьями. Птицы, гнездящиеся на океанических островах, совершают перелеты над открытым морем. Пересекают большие морские пространства и некоторые материковые птицы. Например, чайки-моевки, гнездящиеся у берегов Кольского полуострова, зимуют в Северно-Западной Атлантике и достигают западного побережья Гренландии.

Иногда птицам приходится преодолевать во время перелета непривычные для них местности, например пустыни (в СССР — Каракумы, в Африке — Сахару и Ливийскую пустыню). Птицы стараются быстрее миновать такие места и летят «широким фронтом».

Осенний отлет начинается после того, как молодняк научится летать. Перед отлетом птицы часто образуют стаи и кочуют иногда на большие расстояния. Места с холодным климатом птицы покидают осенью раньше, чем более теплые края; весной на севере они появляются позже, чем на юге. Каждый вид птиц улетает и прилетает в определенное время, хотя, конечно, погода оказывает влияние на сроки отлета и прилета.

Птицы одних видов летят поодиночке, других — группами или стаями. Для многих видов характерен определенный порядок расположения птиц в стае. Вьюрки и другие воробьиные летят беспорядочными группами, вороны — редкими цепочками, кроншнепы и кулики-сороки — шеренгой, гуси и журавли — углом. У большинства птиц самцы и самки летят одновременно. Но у зяблика самки улетают осенью раньше самцов, а у аистов самцы прилетают весной на родину раньше самок. Молодые птицы иногда от-

Скорости полета птиц: чайка, скворец, ворона, утка, орел беркут, стриж *(слева направо)*.



летают на зимовку раньше старых. Одни птицы летят днем, другие — ночью, а днем останавливаются на кормежку.

Скорость полета птиц на пролетах относительно невелика. Например, у перепела — 40 км/ч. Наибольшая скорость у черного стрижа — 160 км/ч. При такой скорости полета птицы могли бы за относительно короткое время достигнуть области зимовки или гнездовья. Но на самом деле перелет обычно растягивается на долгое время. Считают, что птицы при дальних перелетах покрывают за день от 150 до 200 км. Таким образом, например, воробьиные затрачивают на перелет из Европы в Центральную Африку 2—3 и даже 4 месяца.

При весеннем перелете птицы обычно летят быстрее, чем при осеннем. Сорокопут-жулан, например, осенью летит около 3 месяцев, а весной — 2.

Высота перелета средняя. Многие мелкие воробьиные летят низко над землей, еще ниже — при встречном ветре, сильной облачности, осадках. Крупные виды летят примерно на высоте 1—2 тыс. м, средние и мелкие — около 500—1000 м. Однако в области Гималаев горные гуси на пролете наблюдались на высоте около 8 тыс. м над уровнем моря.

Некоторым птицам приходится покрывать при перелетах очень большие расстояния. Полярные крачки с крайнего севера Америки летят зимовать за 10 тыс. км на юг американского континента, на юг Африки и даже в Антарктику. Щурки, гнездящиеся в Азии, зимуют в Южной Африке. Около 30 видов птиц, гнездящихся в Восточной Сибири, зимуют в Австралии, дальневосточные кобчики — в Южной Африке, некоторые американские кулики — на Гавайских островах. В ряде случаев «сухопутные» птицы вынуждены пролетать над открытым морем от 3 до 5 тыс. км.

Направление перелетов определяется не только местонахождением зимовок и гнездовий, но и лежащими на пути местами, благоприятными для кормежки и отдыха. Поэтому далеко не все птицы в Северном полушарии летят осенью с севера на юг. Многие североевропейские пернатые летят осенью на запад и юго-запад и зимуют в Западной Европе.

Бывает и так, что птицы определенного вида из северо-восточной полосы Европейской части СССР летят в южном направлении к Каспийскому морю, а их родичи из Западной Сибири — на юго-запад.

Североамериканские птицы обычно движутся на юг к экватору, но некоторые виды летят и дальше, даже к Огненной Земле.

Чернозобые гагары из Западной и Средней Сибири пролетают через тундру к Белому морю и оттуда, отчасти вплавь, перемещаются на зимовку к берегам Скандинавии и в Балтийское море.

Значительный перелет совершает маленькая птичка овсянка-дубровник. Она гнездится на пойменных лугах речных долин, например Москвы-реки и Оки. Прилетает она к нам весной поздно, в конце мая, улетает раньше других воробьиных, и, как удалось проследить, осенью она летит на зимовку через всю Сибирь и Дальний Восток в Южный Китай.

Большое хозяйственное значение имеют зимовки охотничье-промысловых водоплавающих птиц. Большинство гнездящихся у нас уток зимуют вне границ СССР — в Северо-Западной Европе (в области Балтийского и Северного морей), в области Средиземного моря, в низовьях Дуная, в долине Нила, в Малой Азии, Иране, Индии, в Юго-Восточной Азии. Но много различных птиц зимуют и на территории

СССР — на юге Каспия, в Азербайджане, Туркмении, у Черного моря, на озере Иссык-Куль в Киргизии. В этих местах зимой скапливается огромное количество уток, гусей, лебедей, куликов. Для их охраны созданы специальные заповедники.

За время перелетов и на зимовках гибнет очень много птиц. Так, например, на Каспийском море и в Закавказье погибают каждую зиму десятки тысяч уток. Они гибнут от бескормицы, сильных морозов, глубокого снега и в особенности от бурь на море. Водоплавающие птицы часто гибнут от нефти, разливаемой на Каспийском море при ее добыче или перевозках. Нефть пачкает перья, на них налипает песок, и птицы уже не могут летать. На юге Украины смена дождей и похолоданий губит дроф. Под дождем их перья намокают, а затем смерзаются от наступившего похолодания.

Много было догадок и предположений, почему птицы улетают на зиму и как они находят при перелетах дорогу. У некоторых птиц сначала отлетают молодые, а затем старые птицы. Следовательно, молодым никто не показывает дорогу на зимовку. Несомненно, в перелетах большое значение имеет инстинкт, т. е. врожденная, передающаяся по наследству способность к определенному поведению. Никто не учит птицу строить гнездо, а ведь когда она впервые приступает к его постройке, то делает это так же, как и все птицы ее вида.

Сложная цепь внешних раздражений вызывает в организме животного ряд связанных между собой ответов на раздражение — безусловных рефлексов. Исчезновение привычной для птицы пищи, изменение погоды, температуры воздуха, влажности — все это заставляет птицу улетать на зимовку.

Но почему же птицы не остаются в местах зимовки навсегда? Ведь там тепло и много пищи. Почему они, преодолевая тяжелые препятствия, возвращаются на места гнездовий? Наука еще не может исчерпывающе объяснить это явление. Но отчасти это можно объяснить внутренними изменениями в организме птицы. Когда наступает период размножения, различные железы внутренней секреции под влиянием внешних раздражителей выделяют в организм птицы особые вещества — гормоны. Под влиянием гормонов начинается и проходит сезонное развитие половых желёз. Это, по-видимому, и побуждает птиц к перелету.

Способствуют этому и изменяющиеся внешние условия. На местах зимовок климат не остается постоянным и изменяется в сторону, худшую для зимующих там птиц. Например, белая сова гнездится в тундре, где лето холодное, климат влажный и много леммингов, которыми сова питается. Зиму она проводит в лесостепи средней полосы. Может ли эта сова остаться на лето в жаркой сухой степи, где мало привычной ей пищи? Конечно, нет. Она улетит в родную тундру. По этой же причине не гнездятся в Африке наши серые журавли и другие перелетные птицы.

Иногда птицы при перелете теряют направление. Под Томском встречали заблудившихся фламинго, обычно обитающих на Каспии и в тропиках; в Ярославскую область залетал гриф сип — обитатель Кавказских гор. Залетают к нам птицы даже из Америки: на Украине бывали случаи появления свенсонова дрозда, гнездящегося и зимующего на американском континенте.

Когда птицы летят днем, они могут определить направление полета по заметным точкам (поворот реки, горы, группы деревьев) и по расположению солнца. При дальних перелетах наибольшее значение имеют, по-видимому, не наземные, а небесные ориентиры: солнце — днем, луна и звезды — ночью.

Многие птицы, чтобы не потерять в полете друг друга, особенно ночью, издают особые звуки, кричат и даже поют. Кроме того, птица пользуется голосом как эхолотом. Звук отражается от предметов, попадающихся на пути птицы, и улавливается ее очень тонким слухом. Поэтому она не натыкается в темноте на деревья или скалы и, возможно, даже определяет высоту над землей.

Ученые изучают перелеты птиц. Прежде всего науке помогают в этом непосредственные наблюдения. Например, устроив несколько наблюдательных пунктов на морском побережье, где пролетают стаи птиц, можно установить скорость перелета стай, число птиц в них.

Наблюдением устанавливаются также сроки прилета птиц весной и отлета осенью, а эти сроки повторяются из года в год с большой точностью. Кроме того, замечательные результаты дает кольцевание птиц (см. ст. «Кольцевание птиц»).

Перелеты птиц изучаются наукой уже давно, но в этом явлении природы еще очень много неисследованного. Орнитология — наука о птицах — строит свои выводы о перелетах на сопоставлении огромного числа отдельных наблюдений. Наблюдать перелеты птиц и подметить в них что-нибудь ценное для науки может каждый юннат (см. ст. «Наблюдения за птицами в природе»).

Гнездование и забота о потомстве у птиц

Ежегодно, чтобы вырастить потомство, подавляющее большинство птиц устраивает гнезда. В умеренных широтах и в холодных странах гнездование начинается весной, а заканчивается летом, когда птенцы сравниваются размерами с взрослыми птицами. Но так бывает не везде. Ведь на земном шаре немало мест, где смены времен года нет. В некоторых тропических странах лето длится весь год, в других местах происходит ежегодная смена засушливого и дождливого сезонов.

Как же в таком случае определить время размножения птиц? Для всего земного шара правило общее: птицы начинают гнездиться в такие сроки, чтобы выкармливание выводка и первые дни жизни птенцов вне гнезда приходились на наиболее богатое пищей время. Если у нас это весна и лето, то в саваннах Африки большинство птиц гнездятся сразу же после начала дождей, когда буйно развивается растительность и появляется много насекомых. Исключение составляют здесь хищные птицы, в особенности питающиеся наземными зверьками. Они гнездятся лишь во время засухи. Когда выгорает растительность, им легко находить на земле свою добычу, которой негде укрыться. В тропических лесах птицы гнездятся круглый год.

Считается обычно, что все птицы, выводя птенцов, строят специальные гнезда для насиживания яиц. Но это не так: немало птиц, гнездящихся на земле, обходятся без настоящего гнезда. Например, небольшая буровато-серая птица козодой откладывает пару яиц прямо на лесную подстилку, чаще всего на опавшую хвою. Небольшое углубление образуется позднее, потому что птица все время сидит на одном и том же месте. Приполярная кайра тоже не строит гнезда. Она кладет свое единственное яйцо на голый выступ скалы берегового обрыва. Многим чайкам и куликам достаточно небольшого углубления в песке, иной раз они используют след оленьего копыта.

Не делают настоящего гнезда птицы, выращивающие птенцов в дуплах и норах. Они довольствуются обычно небольшой подстилкой. В дуплах подстилкой может служить древесная труха. У зимородка подстилка в норе состоит из мелких костей и чешуек рыб, у щурки — из хитиновых остатков насекомых. Дятел обычно не занимает готовое дупло. Своим крепким клювом он выдалбливает себе новое дупло. Золотистая щурка примерно 10 дней роет клювом в мягкой глине обрыва полутора- и даже двухметровый ход, который завершается расширением — гнездовой камерой.

Настоящие гнезда делают птицы, гнездящиеся на кустах и деревьях. Правда, не у всех они сделаны искусно. Горлица, например, складывает на древесных ветках несколько прутиков и кое-как скрепляет их.

Добротные чашеобразные гнезда строят дрозды, а певчий дрозд вымазывает его изнутри глиной. На устройство такого гнезда птицы, работая с утра до позднего вечера, тратят около трех суток. Зяблик устраивает теплое, как из войлока, гнездо, к тому же еще с мягкой выстилкой, снаружи маскируя его кусочками мха, обрывками лишайника, бересты. Золотисто-желтая иволга подвешивает свое гнездо — искусно сплетенную корзиночку — у горизонтальной ветки яблони, березы, сосны или ели. Иногда иволги связывают концы двух тонких ветвей и помещают гнездо между ними.

Среди птиц нашей страны самый умелый гнездостроитель — это, несомненно, ремез. Самец ремеза, найдя подходящую гибкую ветку, обматывает ее развилку тонкими растительными волокнами — это основа гнезда. А затем уже вдвоем — самец и самка — строят из растительного пуха теплую висячую рукавичку с входом в виде трубки. Гнездо ремеза недоступно для наземных хищников: оно висит на тонких ветвях, иногда над рекой или над болотом.

У некоторых птиц гнезда имеют очень своеобразный вид и сложное устройство. Живущая в Африке и на острове Мадагаскар теневая цапля, или молотоглав, изготовляет гнездо в виде шара из прутьев, травы, камыша, а затем залепляет его глиной. Диаметр такого шара больше метра, а поперечник бокового тоннеля, служащего входом в гнездо,— 20 см.

Индийская славка-портниха сшивает растительным «шпагатом» трубку из одного-двух крупных древесных листьев и устраивает в ней гнездо из тростникового пуха, хлопка, шерстинок.

Маленький стриж салангана, живущий в Юго-Восточной Азии (и на островах Малайского архипелага), строит гнездо из своей очень клейкой слюны. Слой высохшей слюны прочен, но так тонок, что просвечивает, как фарфор. Строится это гнездо долго — около 40 дней. Птицы прикрепляют его к отвесной скале, и достать такое гнездо очень трудно. Гнезда саланган хорошо известны в китайской кулинарии под названием ласточкиных гнезд и ценятся очень высоко.

Родственник уже известной нам саланганы — стриж клехо лишь краем прикрепляет свое маленькое, почти плоское гнездо к горизонтальной ветке. Сесть на такое гнездо птичка не может: оно отломится. Поэтому клехо насиживает яйцо, сидя на ветке, и лишь налегает на него грудью.

Ночная птица козодой гнездится прямо на земле. Белеющая около гнезда скорлупа помогает родителям в темноте находить своих птенцов.

Внизу — пеночка-теньковка кормит птенцов, только что вылетевших из гнезда.

Южноамериканская птица-печник сооружает гнездо почти исключительно из глины. Оно имеет шарообразную форму с боковым входом и действительно напоминает печи местных индейцев.

Одна и та же пара птиц нередко использует гнездо несколько лет. А многие хищные птицы имеют по 2—3 гнезда, используя их поочередно. Есть и такие виды птиц, у которых несколько пар делают общее гнездо. Таковы, например, африканские ткачики. Впрочем, в этом общем гнезде под одной крышей у каждой пары своя гнездовая камера и, кроме того, есть еще камеры-спальни для самцов. Иногда в общем гнезде появляются незваные «гости». Например, одну из камер в гнезде ткачиков может занять розовый попугайчик.

Немало видов птиц, у которых гнезда группируются очень тесно, колониями. Один вид американских ласточек строит на обрывах глиняные бутылкообразные гнезда, которые так тесно лепятся друг к другу, что издали кажутся сотами. Но чаще гнезда в колонии отстоят друг от друга на метр и больше.

Лесной конек устраивает в траве из сухих былинок настоящее гнездо.

Гнездо ремеза построено очень искусно.

В гнезде дрозда-белобровика вылупляются птенцы. Они долгое время беспомощны, как у всех птенццовых видов птиц, и оперяются перед самым вылетом из гнезда.

У чомги, как у всех выводковых видов птиц, птенцы очень рано становятся самостоятельными. Они уже давно умеют плавать, но временами отдыхают на спине взрослой птицы.

Колонии птиц на севере огромны — в сотни тысяч пар. На этих так называемых птичьих базарах живут главным образом кайры. Небольшие колонии образуют также гнездящиеся на земле чайки, буревестники.

На островах вдоль западного побережья Южной Америки колониями гнездятся бакланы, пеликаны и олуши. У их гнезд накопилось за века столько помета, что его разрабатывают и используют как ценное удобрение (гуано).

Большими колониями гнездятся обычно те птицы, пища которых находится неподалеку от гнездовья, и притом в огромном количестве. Бакланы на островах Южной Америки кормятся, например, за счет больших косяков анчоусов, трехпалые чайки с птичьих базаров Баренцева моря без особого труда добывают мойву. Но нередко гнездятся колониями и птицы, далеко летающие за кормом. Такие птицы обычно хорошие летуны — это ласточки, стрижи. Разлетаясь во всех направлениях, они не мешают друг другу добывать пищу.

Те птицы, которые не обладают хорошими летательными способностями, а корм собирают по мошке, по зернышку, гнездятся далеко друг от друга, так как при гнездовании колониями они не смогут собрать достаточное количество корма. Эти виды птиц имеют близ своих гнезд кормовые или гнездовые участки, куда они не допускают конкурентов. Расстояние между гнездами у этих птиц бывает 50—100 м. Интересно, что обычно перелетные птицы возвращаются весной в свой прошлогодний гнездовой участок.

Все эти особенности биологии птиц следует хорошо помнить при развеске искусственных гнездовий. Если птица колониальная, вроде скворца, гнездовья (скворечники) можно развешивать часто, на одном дереве по нескольку штук. Но это вовсе не подходит для большой синицы или для мухоловки-пеструшки. Надо, чтобы в пределах каждого гнездового участка синиц было только по одному гнезду.

Встречаются в природе птицы, которые не строят гнезд и не насиживают яиц. Их называют гнездовыми паразитами. Наша обыкновенная кукушка подбрасывает по одному яйцу в гнезда мелких певчих птиц и больше не заботится о потомстве. Вылупившийся из яйца кукушонок в первые же дни своей жизни выбрасывает из гнезда других птенцов, и «приемные родители» выкармливают его одного. Со всем выводком они и не справились бы: кукушонок очень прожорлив. Подбрасывают в чужие гнезда свои яйца и другие кукушки, например глухая кукушка, живущая на востоке СССР, хохлатая кукушка — на юге Европы.

Но гнездовые паразиты встречаются не только среди кукушек. Подбрасывают яйца медоуказчики в Африке и Южной Азии, воловьи птицы в Южной Америке, некоторые ткачики в Африке. Даже утки одного вида, живущие в Южной Америке, откладывают яйца в гнезда других уток, чаек, лысух, а иногда и в гнезда хищных птиц, гнездящихся на земле.

Некоторые хищные птицы, в том числе и совы, вообще не строят гнезда, а захватывают уже готовые чужие и ведут себя в них как дома. Мелкий сокол кобчик отнимает гнезда у грача или у ворона; балобан нередко селится в гнезде ворона или цапли.

Иногда место гнездования бывает очень необычным. Некоторые маленькие тропические птицы выдалбливают для своих гнезд пещерки в гнездах общественных ос или даже в термитниках. Маленькая лотенова нектарница, живущая на Цейлоне, выискивает в кустах сеть общественного паука, выдавливает в ее наиболее густой части углубление, делает небольшую выстилку, и гнездо для ее 2—3 яичек готово.

Наши воробьи нередко выводят птенцов в стенках гнезд других, более крупных птиц, например аиста или коршуна. Искусно ныряющая поганка (чомга) устраивает гнездо на воде. Иногда ее гнездо укреплено на дне неглубокого водоема и возвышается небольшим островком, но чаще оно плавает на поверхности воды. Окружено водой и гнездо лысухи. Эта птица устраивает даже сходни — по ним птенцы могут сойти на воду и вернуться в гнездо. Небольшие кулички-яканы иногда устраивают гнездо на плавающих листьях тропических водных растений.

Некоторые птицы делают гнезда в постройках человека. Воробьи — на карнизах и за наличниками окон. У окон гнездятся ласточки, в печных трубах — галки, под навесом крыш — горихвостки и т. д. Был случай, когда каменка устроила гнездо в крыле самолета, пока он стоял на аэродроме. На Алтае было найдено гнездо трясогузки, свитое в носовой части лодки-парома. Оно «плавало» каждый день с одного берега на другой.

В тропиках Африки и Южной Азии обитают птицы-носороги. В начале гнездования носороги — самец и самка — выбирают подходящее для гнезда дупло и замазывают отверстие. Когда остается щель, через которую едва может протиснуться птица, самка забирается в дупло и уже изнутри уменьшает входное отверстие так, что может лишь просунуть в него клюв. Затем самка откладывает яйца и начинает насиживание. Корм она получает снару-

жи от самца. Когда же птенцы выведутся и подрастут, птица взламывает изнутри замуровку, вылетает наружу и начинает помогать самцу добывать пищу для растущего выводка. Оставшиеся в гнезде птенцы восстанавливают разрушенную самкой стенку и вновь уменьшают отверстие. Такой способ гнездования — хорошая защита от змей и хищных зверьков, лазающих по деревьям.

Не менее интересно проходит гнездование у так называемых сорных кур, или большеногов. Птицы эти живут на островах между Южной Азией и Австралией, а также и в самой Австралии. Некоторые сорные куры помещают свою кладку в теплый вулканический грунт и больше о ней не заботятся. Другие нагребают большую кучу перемешанных с песком разлагающихся листьев. Когда внутри кучи температура достаточно повысится, птицы разрывают ее, самка откладывает внутрь кучи яйца и уходит. Самец восстанавливает кучу и остается около нее. Он не насиживает, а лишь следит за температурой кучи. Если куча остывает, он ее увеличивает, если нагревается — разрывает ее. К моменту вывода птенцов самец тоже уходит от гнезда. Птенцы начинают жизнь самостоятельно. Правда, выходят они из яйца с уже растущим оперением, а к концу первого дня могут даже подлетывать.

При постройке гнезда не у всех птиц самец и самка трудятся одинаково. Самцы некоторых видов прилетают с зимовки раньше самок и сразу же начинают постройку. У одних видов самец и заканчивает ее, у других постройку завершает самка или они строят вдвоем. Есть виды птиц, у которых самец только носит строительный материал, а укладывает его в нужном порядке самка. У щеглов, например, самец ограничивается ролью наблюдателя. У уток, как правило, гнездо строят одни самки, селезни не проявляют к этому никакого интереса.

Некоторые птицы (буревестники, кайры) откладывают только по одному яйцу и гнездятся один раз за лето. Мелкие певчие птицы откладывают обычно от 4 до 6 яиц, а большая синица — до 15. Много яиц откладывают птицы из отряда куриных. Серая куропатка, например, кладет от 18 до 22 яиц. Если первая кладка почему-либо не удалась, самка откладывает другую, дополнительную. У многих певчих птиц 2 и даже 3 кладки за лето — нормальное явление. У дроздовидной камышевки, например, еще не успевают первые птенцы вылететь из гнезда, как самка приступает к строительству нового гнезда, и самец в одиночку докармливает первый выводок. У водяной камышницы птенцы первого выводка помогают родителям выкармливать птенцов второго выводка.

У многих видов сов число яиц в кладке и даже число кладок изменяются в зависимости от обилия пищи. Поморники, чайки, белые совы совсем не высиживают птенцов, если пищи очень мало.

Клесты питаются семенами ели, и в годы урожая еловых шишек они гнездятся в Московской области в декабре — январе, не обращая внимания на морозы в 20—30°.

Много птиц начинают насиживание после того, как отложена вся кладка. Но у сов, луней, бакланов, дрозда-дерябы самка садится на первое снесенное яйцо. Птенцы этих видов птиц выводятся постепенно. Например, в гнезде луня старший птенец может весить 340 г, а младший — третий — всего 128 г. Разница в возрасте между ними может достигать 8 дней. Нередко последний птенец гибнет из-за недостатка корма.

Как правило, чаще всего насиживает яйца самка. У некоторых птиц самку сменяет по временам самец.

У немногих видов птиц, например у куличка-плавунчика, расписного бекаса, трехперстки, насиживает яйца только самец, а самка никакой заботы о потомстве не проявляет.

Бывает, что самцы кормят насиживающих самок (многие камышевки, птица-носорог), в других случаях самки все же сходят с гнезда и на некоторое время оставляют яйца. Самки некоторых видов во время насиживания голодают. Например, самка обыкновенной гаги 28 дней не сходит с гнезда. К концу насиживания она сильно худеет, теряя почти $^2/_3$ своего веса. Самка эму может во время насиживания голодать без особого вреда для себя до 60 дней.

У многих птиц из отряда воробьиных, а также у дятлов, зимородков, аистов птенцы рождаются слепыми, голыми и долгое время беспомощны. Родители вкладывают им пищу в клюв. Таких птиц называют *птенцовыми*. Как правило, птенцы у них оперяются в гнезде и летают лишь по выходе из гнезда.

Птенцы куликов, уток, чаек выходят из яиц зрячими и покрытые пухом. Немного обсохнув, они покидают гнездо и способны не только самостоятельно передвигаться, но и находить пищу без помощи родителей. Таких птиц называют *выводковыми*. Их птенцы растут и оперяются вне гнезда.

Редко бывает, чтобы насиживающая птица или особенно птица у выводка пыталась в момент опасности незаметно скрыться. Крупные птицы, защищая свой выводок, нападают на врага. Лебедь может при этом ударом крыла даже сломать руку человека.

Чаще, однако, птицы «отводят» врага. На первый взгляд кажется, что птица, спасая выводок, сознательно отвлекает на себя внимание врага и притворяется хромой или подстреленной. Но на самом деле у птицы в этот момент два противоположных стремления-рефлекса: стремление бежать и стремление наброситься на врага. Сочетание этих рефлексов и создает сложное поведение птицы, кажущееся наблюдателю сознательным.

Когда птенцы вывелись из яиц, родители начинают выкармливать их. В этот период у тетерева, глухаря и уток с выводком ходит только одна самка. Самец о потомстве не заботится. У белой куропатки насиживает только самка, но с выводком ходят и «отводят» от него врага оба родителя. Впрочем, у выводковых птиц родители только оберегают птенцов и учат их находить пищу. Сложнее обстоит дело у птенцовых птиц. Как правило, здесь кормят оба родителя, но часто один из них более энергичен, а другой более ленив. Так, у большого пестрого дятла самка приносит корм обычно через каждые пять минут и трижды успевает покормить птенцов, пока прилетит с кормом самец. А у черного дятла птенцов кормит преимущественно самец.

У ястреба-перепелятника охотится только самец. Он приносит добычу самке, которая неотлучно находится при гнезде. Самка рвет добычу на кусочки и оделяет ими птенцов. Но если самка почему-либо погибла, самец будет складывать принесенную добычу на краю гнезда, а птенцы тем временем погибнут от голода.

Крупные птицы бакланы кормят птенцов обычно 2 раза в сутки, цапли — 3 раза, альбатросы — 1 раз, и притом ночью. Мелкие птицы кормят птенцов очень часто. Большая синица приносит корм птенцам 350—390 раз в сутки, ласточка-касатка — до 500 раз, а американский крапивник — даже 600 раз.

Стриж в поисках корма отлетает от гнезда иногда на 40 км. Он приносит к гнезду не каждую пойманную мошку, а полный рот пищи. Добычу он склеивает слюной в комочек и, прилетев к гнезду, глубоко всовывает в глотки птенцов шарики из насекомых. В первые дни стрижи кормят птенцов такими усиленными порциями до 34 раз в день, а когда птенцы подрастут и готовы уже к вылету из гнезда — только 4—6 раз. В то время как птенцы большинства видов птиц, вылетев из гнезда, еще долго нуждаются в родительской заботе и лишь постепенно приучаются находить и склевывать добычу без помощи родителей, у стрижей птенцы кормятся и летают самостоятельно. Более того, вылетев из гнезда, они нередко сразу же устремляются на юг. Иной раз родители еще носятся над домами, собирая для своего птенца корм, а он, почувствовав себя достаточно сильным, уже направляется на юг, даже не повидавшись на прощание с родителями.

Пернатые друзья

В лесах, полях, садах и парках наши крылатые друзья — птицы уничтожают насекомых-вредителей. По-разному вредят эти насекомые. Одни грызут листву деревьев, другие подгрызают их корни, третьи забираются под кору дерева и точат его изнутри. Одни летают, другие ползают. Но птицы находят их везде.

Шуршит в прошлогодней листве дрозд, расшвыривает лесную подстилку, заглядывает под вывороченные бурей корни — и вот уже белеет у него в клюве жирная толстая личинка майского жука. Возле реки, а иногда и просто на дорожке возле дома быстро бегает в погоне за насекомыми белая трясогузка. В поле, на лугу, на лесной поляне извлекают насекомых из земли грач и скворец. Живущий на юго-востоке СССР розовый скворец уничтожает опаснейшего вредителя полей — саранчу.

Вот как описывает «работу» розовых скворцов советский ученый и писатель Н. С. Щербиновский: «Довольно большая стая перелетевшей шистоцерки (пустынной саранчи.— *Авт.*) заняла окраины оазиса. Тысячи насекомых ползали по оголенным веткам абрикосов, персиков и серебристого лоха, на которых кое-где сохранились листья... Вдруг от холмов на востоке поднялась легкая серая тучка... Еще несколько минут, и уже можно было различить тысячи птиц — розовых скворцов, собравшихся в одну густую стаю.

Мы притаились в тени деревьев. Стая птиц опустилась шагах в ста от нас, и началось уничтожение шистоцерки. Это было настоящее побоище.

Скворцы набрасывались на шистоцерку, сильным ударом клюва пробивали ее хитиновый грудной щиток и с остервенением отрывали крылья, голо-

Соловей.

Грач. *Внизу* — крапивник.

Скворец. *Внизу* — синица-гаичка.

ву, ноги. Скворцы съедали только сотую часть того, что убивали. Утомленные битвой, запыленные, они летели к ближайшим водоемам, жадно пили воду из арыков и Амударьи, затем снова возвращались к еще уцелевшей шистоцерке».

Есть птицы, которые охотятся на деревьях: пеночка и славка — на листьях, синица — на ветках и сучках, а пищуха, поползень и дятел — на стволах. Дятел, опираясь жестким хвостом, превосходно бегает по стволам деревьев. Он долбит кору больно-

Большой пестрый дятел.
Внизу — лесные завирушки.

Сойка.

го дерева и своим необыкновенно длинным языком с зазубренной костяной иголочкой на конце достает даже засевших глубоко личинок древесных жуков.

Многие птицы ловят свою добычу в воздухе. У края поляны сидит на веточке, словно без дела, маленькая черно-белая птичка. Вдруг она слетела с ветки, метнулась вправо, влево, перелетела поляну, щелкнула клювом — и муха поймана. За умение ловить мух в воздухе птичка названа мухоловкой-пеструшкой.

Свиристель. Желтоголовый королек — самая маленькая наша птичка. Поползень *(сверху вниз).*

Молодая кукушка. Зарянка. Зяблик-самец с гусеницей *(сверху вниз).*

Хохлатая синица спешит с добычей к птенцам.

Стриж — черная птица с длинными серповидными крыльями — весь день проводит в воздухе. У стрижа широкий рот, которым он, как сачком, ловит насекомых. У одного стрижа нашли во рту 372 мелких насекомых, изловленных им для своих птенцов. Ласточка тоже ловит насекомых в воздухе.

Многие птицы уничтожают не только насекомых, но и грызунов — вредителей полей. Небольшой соколок пустельга летает над полями и высматривает мышей. Время от времени пустельга останавливается на лету и, словно подвешенная на невидимой ниточке, трепещет на одном месте. Но вот она камнем падает вниз и остается на земле. Можно быть уверенным, что в когтях у нее бьется маленький зверек. Один зоолог подсчитал, что однажды за день самка и самец пустельги принесли своим шестерым птенцам в гнездо 9 сусликов, 5 полевок, 2 полевые мыши и 1 мышовку.

Истребляет полевых грызунов и сарыч, или канюк. Обычно он сидит, сгорбившись, на стоге или на одиноком дереве среди поля и внимательно высматривает, не появится ли неосторожная мышь. Сарыч за день ловит 5—7 мышей, а если их очень много, то и несколько десятков.

«Рабочий день» птиц длится от самого рассвета до вечерних сумерек. Летом, выкармливая птенцов, они ловят насекомых по 18 ч в сутки.

А ночью на смену дневным птицам появляются ночные. Вместо стрижей и ласточек над лесом летает козодой и своим громадным ртом ловит ночных бабочек и жуков. Биологи подсчитали однажды, что за ночь пара козодоев принесла своему птенцу 44 ночные бабочки, 1 жука и 5 других насекомых. Ночной хищник сова — еще лучший охотник за мышами, чем пустельга и канюк.

Птицы очень прожорливы. Вес насекомых, съеденных за сутки небольшой синичкой, равен примерно ее собственному весу. Самые маленькие птички — пеночки, крапивник, королек — весят по 8—10 г. Каждая из них съедает за день до 17 г корма, т. е. почти в 2 раза больше, чем весит сама. Это объясняется тем, что птицы чрезвычайно подвижны и потому расходуют много энергии.

Особенно велик аппетит у растущих птенцов мелких птиц. Большое количество корма позволяет им очень быстро расти. Птенчик дрозда-рябинника был взвешен: утром он весил 9,5 г, съев за день 17,8 г корма, к вечеру он вырос до 15,8 г. Увеличение веса птенца в полтора раза за сутки — явление не такое уж редкое.

Легко представить себе, сколько насекомых съедают все птицы какого-нибудь сада или леса. На одном гектаре леса иногда живет до сотни разных мелких птичек, значит, каждый день они уничтожают несколько килограммов вредителей.

Если корма много, то и птиц собирается больше. Они слетаются сюда со всей округи. Когда в Изюмском лесхозе Харьковской области появились гусеницы дубовой листовертки, то здесь собралось множество птиц. Их было в 5 раз больше, чем на такой же площади в соседних лесах, где листовертку не обнаружили. А в другом лесхозе уничтожали лес гусеницы кольчатого шелкопряда. Сюда собралось птиц во много раз больше, чем обычно: кукушек было больше в 4 раза, синиц — в 8 раз, а иволг — в 20 раз. Не удивительно поэтому, что крылатые защитники леса быстро справляются с вредителями.

Мелкие насекомоядные птицы особенно необходимы в плодовых садах. В одном колхозе садоводы привлекали птиц, развешивая для них скворечники и подкармливая зимой голодавших синичек. Птицы сторицей отплатили за заботу. Они «работали» в саду и летом и зимой, и оказалось, что в этом саду не нужно ни опыливать, ни опрыскивать плодовые деревья ядохимикатами — всех вредителей

обобрали птицы. В саду и воробьи оказались полезными: птенцов первого вывода они кормили личинками яблоневого долгоносика — врага садов.

Бывают случаи, когда птицы спасают урожай на полях. На Украине в одном колхозе на посевы сахарной свеклы напал свекловичный долгоносик. Борьба с этим жучком трудна, и он ежегодно уничтожал значительную часть урожая. Тогда на шестах среди поля развесили скворечники. В них поселились скворцы, которые быстро справились с вредителями.

В том лесу, где для птиц развешаны домики — синичники и где птиц любят и берегут, можно не бояться нашествия вредителей. Из лесных птиц особенно полезны синицы, горихвостки, мухоловки, все они охотно поселяются в синичниках.

Птицы — наши лучшие помощники в борьбе за урожай. Они заслуживают всяческого покровительства со стороны человека. И в первую очередь об этом должны позаботиться учащиеся. Если все дети нашей страны возьмут под защиту пернатых друзей, народное хозяйство получит большую помощь.

Но не только хозяйственный расчет заставляет нас любить птиц и заботиться о них. Птицы оживляют весной и летом своим пением леса и поля. И как приятно бывает, слушая их, узнавать по песне соловья, певчего дрозда, славку-черноголовку или других лучших наших певцов.

Общественные насекомые

Насекомые, обитающие большими семьями в гнездах, называются *общественными*. В одну семью их объединяет забота о потомстве. Этим они отличаются от других насекомых, которые только откладывают яйца на приготовленный для личинок корм и больше о потомстве не заботятся.

В гнезде любого вида общественных насекомых живут различные группы особей. Таких групп обычно три: самки, самцы и рабочие; каждая группа выполняет свои, строго определенные «обязанности». Например, самки откладывают яйца, рабочие особи ухаживают за самкой и личинками, делают гнезда и т. д. Самцы, самки и рабочие различаются своим строением и иногда совершенно непохожи друг на друга. Это явление называется *полиморфизмом*, т. е. многоформием. В одном гнезде могут обитать десятки, тысячи, а иногда и сотни тысяч насекомых, причем основное население гнезда — рабочие особи, а группируется вся сложная семья вокруг самки-матки. К общественным насекомым относятся пчелы, о которых рассказывается в томе 6 ДЭ, осы, шмели, муравьи и термиты.

Осы

Известно 20 тыс. видов ос, и среди них около тысячи видов — общественные осы. Свои гнезда они строят под землей — в покинутых норах мышей, полевок и других мелких зверьков, в дуплах или на ветвях деревьев, на чердаках различных строений. Гнездо всегда состоит из горизонтальных сотов с обращенными вниз отверстиями ячеек. Осиное гнездо представляет собой несколько шаров, вставленных один в другой. Причем само гнездо помещается во внутреннем шаре.

Осы не выделяют воска, как пчелы, и строят свои гнезда из переработанной древесины. Насекомое скоблит крепкими челюстями-жвалами старую, выветрившуюся древесину, разжевывает ее, склеивает слюной древесные волокна, и получается строительный материал, похожий на оберточную бумагу. Некоторые виды тропических ос строят гнезда из глины, извести и даже навоза. В зависимости от «обработки» получаются рыхловатые слои оболочки гнезда или более плотные и гладкие стенки ячеек.

Самые большие из роевых ос — шершни — обычно устраивают свое гнездо в дупле. Гнездо достигает размеров большого ведра. Шершни изготовляют массу для постройки гнезда из молодой зеленой коры деревьев. Поэтому их ячейки буровато-желтого цвета и очень ломкие.

Осиная семья существует только одно лето. Весной перезимовавшая самка делает несколько чашеобразных неглубоких ячеек и откладывает в каждую из них по яйцу. Пока оса строит новые ячейки, в старых выводятся личинки. Сначала матка кормит их сахаристыми веществами, собранными с цветков и плодов, а затем насекомыми. Схватив, например, муху, оса убивает ее жалом и отгрызает крылья и ноги, а мясистые части пережевывает,

Осы строят гнездо.

превращая в мягкие комочки, которыми и кормит личинок. Залетев в комнату во время обеда, оса садится на тарелку, отгрызает кусочек мяса или рыбы и улетает с ним: личинкам годится и такая еда.

Не откажутся они и от варенья или меда. И если вблизи жилья есть большое гнездо ос, то иной раз сотни их прилетают на запах варящегося компота или варенья. Взрослые осы предпочитают питаться цветочным нектаром и сладкой мякотью спелых плодов.

По мере роста личинок самка надстраивает ячейки. Личинка превращается в куколку. Из куколки выходит взрослая оса. Все развитие насекомого длится около месяца.

Первыми выводятся рабочие осы — бесплодные самки. Они начинают строить новые ячейки и кормить личинок, а матка откладывает все больше и больше яиц. Гнездо растет все быстрее и быстрее.

В середине лета осиное гнездо состоит из сотов в несколько этажей с ячейками разных размеров. Во второй половине лета рабочие осы начинают строить более крупные ячейки, в которых развиваются молодые самки. В это же время появляются самцы. У самцов нет жала, а усики длиннее, чем у самок и рабочих особей. С появлением самок и самцов рабочие осы прекращают строительство новых ячеек. Гнездо начинает вымирать. Молодые оплодотворенные матки прячутся по укромным местам на зимовку, а рабочие особи, самцы и старые самки умирают.

Окраска осы — сочетание черных и желтых полосок и пятнышек — бросается в глаза. Зверек или птица, однажды ужаленные осой, запоминают эту окраску и избегают встреч с насекомым. Жало осы обычно не застревает в коже животного, как жало пчелы, поэтому оса может жалить несколько раз подряд. Укол осы болезненнее, чем укол пчелы, а шершень жалит еще больнее.

Осы хорошо охраняют и защищают свое гнездо, у них есть своего рода сторожевые — по их сигналу об опасности из гнезда быстро выползают десятки ос, и тогда плохо приходится врагу. И все же можно долго простоять возле осиного гнезда, даже осторожно брать ос пинцетом и не быть ужаленным. Нужно лишь спокойно вести себя, не делать резких движений. Ползающая по руке оса не ужалит, если ее не беспокоить.

Осы приносят пользу, уничтожая вредных насекомых, а ущерб от порчи ими плодов невелик. Больше вреда от шершней: они обгладывают кору молодых деревьев и поедают пчел. Поселившись вблизи пасеки, они за лето могут уничтожить тысячи пчел.

Шмели

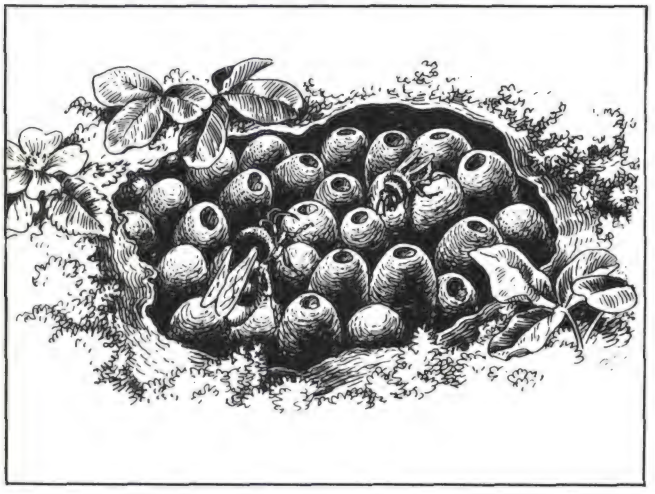
Семья шмелей, так же как и семья ос, существует только одно лето. Весной перезимовавшая матка начинает искать место для устройства гнезда. Покинутая мышиная норка, моховая кочка, дупло, гнездо белки, скворечник — все годится для этой цели.

Обложив гнездо снаружи сухими травинками или мхом, самка делает внутри первую круглую восковую ячейку. В ячейку она помещает небольшой запас пищи — смесь цветочной пыльцы с медом — и откладывает несколько яиц. Запечатав эту ячейку, матка строит следующие.

Тем временем в первой ячейке выводятся личинки. Когда они съедают запас пищи, самка прогрызает в ячейке отверстие, через которое кормит их. Спустя полторы-две недели личинки начинают ткать шелковые овальные коконы и превращаются в куколок. Из куколок выводятся мелкие рабочие шмели, которые сразу же включаются в работу: собирают корм и кормят им личинок. Сотов, как у пчел или ос, в шмелином гнезде нет. Старые коконы беспорядочно расположены в один этаж на дне гнезда. Они служат для хранения запасов меда.

Во второй половине лета в гнезде появляются вполне развитые крупные самки (будущие матки)

Гнездо шмелей.



и самцы. К концу лета в крупных гнездах насчитывается до 500 шмелей, но такие гнезда встречаются редко. Осенью старая матка, самцы и рабочие шмели умирают, а молодые матки покидают родительское гнездо и принимаются за поиски зимнего убежища в земле, во мху, в соломе или в другом удобном месте. Весной каждая из них образует свою семью.

Шмели жалят не так больно, как осы и пчелы. Кроме того, они менее поворотливы и гораздо миролюбивее. Поэтому на их гнезда часто нападают мыши, барсуки, лисицы и поедают шмелиный мед, личинок и куколок.

Шмели питаются нектаром и цветочной пыльцой. Для того чтобы добыть корм личинкам, каждое насекомое должно побывать на тысячах цветков. У рабочих шмелей и маток на задних лапках есть аппарат для собирания пыльцы; он состоит из «корзиночки» и «щеточки». Пачкаясь в цветочной пыльце, шмели переносят ее с цветка на цветок и опыляют растения. Нижние челюсти и губы у шмеля сильно вытянуты и образуют лакающий аппарат, или хоботок. У шмеля хоботок длиннее, чем у большинства других пчелиных, и с его помощью шмели могут добывать сладкий нектар из цветков с глубокими и узкими венчиками, например с клевера.

Шмели очень полезные насекомые. Их гнезда нужно всячески охранять. Шмели неустанно носятся от цветка к цветку и поэтому являются ценнейшими опылителями. Особенно большое значение имеют они как опылители клевера. Когда клевер начали возделывать в Австралии, он хорошо цвел, но не приносил семян. Так продолжалось до тех пор, пока туда не привезли из Европы шмелей.

Муравьи

В лесах часто встречается рыжий лесной муравей. Свои гнезда — «муравьиные кучи» — он строит из хвои, обломков веточек и стебельков. Высота муравейников достигает иногда более метра. Кроме насыпной, надземной, части в каждом муравейнике есть подземная часть с множеством ходов и камер.

По муравейнику и возле него бегают тысячи муравьев. Одни из них тащат строительный материал: комочки почвы, хвоинки, чешуйки почек; другие — добычу: жучка, муху, гусеницу. Это рабочие муравьи. Они строят и чинят гнездо, ухаживают за личинками и куколками, запасают пищу, защищают муравейник от врагов. В большом гнезде живут тысячи и десятки тысяч рабочих особей.

В начале лета на муравейнике можно увидеть множество крылатых муравьев. Это вышли из куколок молодые самцы и самки. Вскоре они покинут гнездо. После брачного полета самцы умирают, а самки спускаются на землю. Самка лесного рыжего муравья утратила способность самостоятельно основывать новое гнездо. Если после брачного полета она не встретит рабочих своего вида, то вскоре погибнет. Рабочие муравьи, встретив самку, отгрызают ей крылья и закладывают для нее крохотное гнездо. Нередко самка оказывается в своем же родном или в соседнем муравейнике рыжих муравьев, где и начинает откладывать яйца. Потому-то в муравейнике рыжих лесных муравьев и бывает по нескольку и даже по многу самок.

У других видов муравьев самка сама устраивает гнездо, подобно перезимовавшим самкам ос и шмелей. Сделав небольшое углубление в почве или гнилом пне, она замуровывается в нем и откладывает несколько яиц. В это время самка ничего не ест, а личинок кормит своей слюной и излишком отложенных яиц. Одна из личинок, которую самка кормит гораздо обильнее остальных, развивается быстрее. Когда эта личинка окуклится, самка начинает усиленно кормить вторую, а затем третью. Наконец из личинок выводятся первые рабочие муравьи. Они открывают вход в пещерку и начинают добывать пищу, ухаживать за личинками и строить муравейник. Самка уже не заботится о личинках и только откладывает яйца.

Обычно самки скрываются в глубине муравейника, где живут по нескольку лет. Внешне они отличаются от рабочих особей более крупными размерами. Как правило, в муравейнике лишь одна

Муравейник в лесу.

яйцекладущая самка, муравейники с несколькими такими самками — редкое явление.

Личинки муравьев — безглазые, безногие, нежные и совершенно беспомощные белые «червячки». Они требуют постоянного ухода. Для развития личинок необходимы тепло и определенная влажность воздуха, и муравьи часто переносят личинок с места на место: днем — в верхние этажи муравейника, на ночь и в плохую погоду — в нижние. Личинки лежат кучкой в общей камере. На эту кучку муравьи кладут кусочки принесенной ими добычи. Изгибаясь и приподнимая передний конец тела, личинки впиваются в корм.

Развившись, личинка рыжего муравья начинает ткать кокон и превращается внутри него в куколку, очень похожую на муравья, но только белую и мягкую. Коконы муравьев неправильно называют муравьиными яйцами. Настоящие яйца муравьев значительно мельче — меньше булавочной головки. Как и за личинками, муравьи ухаживают за коконами и переносят их с этажа на этаж. Если разрушить муравейник, в первую очередь муравьи спасают коконы.

Из неоплодотворенных муравьиных яиц развиваются самцы, а из оплодотворенных, в зависимости от ухода и корма,— самки-матки или рабочие муравьи (бесплодные самки). У многих видов муравьев бывает несколько форм рабочих особей. Очень крупные рабочие муравьи с большой головой и сильно развитыми челюстями — «солдаты». Они главные защитники гнезда. А у мексиканских медовых муравьев есть даже особи, которые служат живой тарой для хранения запасов пищи. Такой муравей наполнен медом, и его раздутое брюшко напоминает бочонок.

Многие виды муравьев утратили жало. Но у таких муравьев есть ядовитая железа. Кусая, рабочий муравей одновременно подгибает брюшко вперед, ближе к голове, и выбрызгивает из его заднего конца едкую жидкость — муравьиную кислоту. Попадая в ранку, муравьиная кислота вызывает жжение. Если потревожить муравейник, по нему забегают сотни муравьев. При этом они раскрывают челюсти и изгибают брюшко. Выбрызгивая из брюшка муравьиную кислоту, насекомые создают над гнездом своего рода «химическую завесу».

У муравьев плохое зрение, но зато сильно развиты обоняние и осязание. Органы обоняния расположены у них на усиках. Шевеля ими, муравей обнюхивает и ощупывает все встречные предметы. По запаху насекомые узнают «своих» и «чужих», по запаху следов находят дорогу к муравейнику, вокруг которого много «душистых тропинок», протоптанных муравьями.

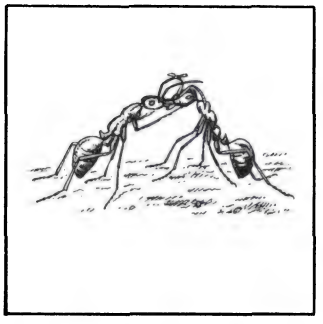
Поздней осенью жизнь муравейника замирает. Его обитатели забираются в глубокие подземные камеры и, сбившись в большой ком, оцепеневают. Весной, когда растает снег и землю прогреет солнце, муравейники снова оживают.

Большинство видов муравьев постоянно обитают в муравейниках, но есть виды, которые ведут кочевую жизнь, например южноафриканские муравьи дорилины и южноамериканские эситоны. Густыми колоннами переходят они с места на место, пожирая на своем пути все живое. Вот как описывает очевидец приближение «черной смерти» — походных колонн муравьев эситонов, по-местному — тамбоча: «Вопль его был страшнее клича, возвещавшего о начале войны:

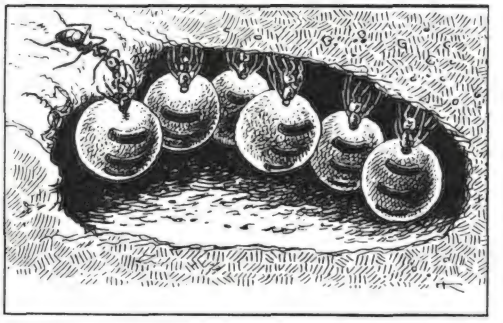
— Муравьи! Муравьи!

Муравьи! Это означало, что людям немедленно следовало прекратить работу, бросить жилища, огнем проложить себе путь к отступлению, искать убежища где попало. Они опустошают огромные пространства, наступая с шумом, напоминающим гул пожара. Похожие на бескрылых ос с красной головой и тонким тельцем, они повергают в ужас своим количеством и своей прожорливостью. В каждую нору, в каждую щель, в каждое дупло, в листву, в гнезда и ульи просачивается густая смердящая волна, пожирая голубей, крыс, пресмыкающихся, обращая в бегство людей и животных...»

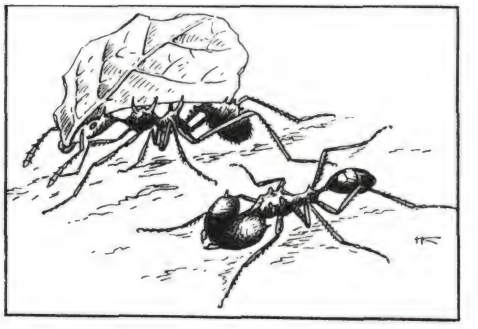
Муравей, кормящий другого муравья.



Особи мексиканских медовых муравьев — живая тара, в которой хранится запас меда.



Муравьи-листорезы — опасные вредители культурных растений тропической Америки.



У обитающих в Европе муравьев-амазонок все рабочие особи — «солдаты». Их длинные кривые челюсти хорошо развиты, но приспособлены лишь кусать. Большими колоннами нападают муравьи-амазонки на чужие муравейники, убивают живущих там насекомых, захватывают куколок и утаскивают их в свой муравейник. Здесь вышедшие из этих куколок рабочие особи становятся «рабами» и обслуживают своих «хозяев».

Жизнь муравейника значительно сложнее, чем пчелиного улья или осиного гнезда. Некоторые виды муравьев занимаются своего рода «скотоводством»: содержат внутри муравейника тлей и питаются их сладкими выделениями. Муравьи-«пастухи» выгоняют «стада» тлей пастись, а потом снова загоняют их в подземные галереи гнезда. Они защищают своих «коров» от врагов, переносят с одного растения на другое, сооружают для них специальные укрытия.

Муравьи-листорезы выгрызают из древесных листьев круглые кусочки и утаскивают их в муравейник. Там они размельчают кружочки. При этом

Язык запахов

В жизни общественных насекомых очень важную роль играет система химической сигнализации. Насекомые используют некоторые химические вещества не только для общения, но и для выработки определенных схем поведения, а также распределения общественных функций между членами колоний. Эти химические вещества получили название феромонов.

Выделяемые животными феромоны вызывают определенные реакции у других животных того же вида. Феромоны могут затормаживать и даже вовсе подавлять какой-либо физиологический процесс, например развитие какого-то органа. Их действие подобно действию гормонов, но в отличие от гормонов феромоны не переносятся кровью.

Феромоны вырабатываются железами и выделяются во внешнюю среду. Передача феромона от одного животного к другому происходит двумя путями: либо особи одной колонии воспринимают их специальными рецепторами — чаще всего органами обоняния, которые, в свою очередь, возбуждают нервную систему, либо феромоны слизываются одним насекомым с тела другого. Попадая внутрь организма, они дают толчок тому или иному физиологическому процессу.

К первой группе феромонов относятся сигнализаторы тревоги, маркирующие вещества и вещества полового призыва. До сих пор считалось, что сигнал тревоги в колонии подается звуками и быстрыми движениями некоторых насекомых. Оказалось, что эти движения сопровождаются выделением летучих химических веществ, которые содержатся в железах муравьев, пчел, ос и термитов. Например, у пчелы феромон тревоги выделяется вместе с ядом в тот момент, когда пчела жалит врага.

Другие летучие феромоны служат для того, чтобы отмечать дорогу к источнику пищи. Муравьи, например, стараются идти по «дорожке» (ее ширина около сантиметра), которую отметили феромоном ранее прошедшие здесь муравьи-разведчики.

Сигнализирующие и маркирующие феромоны воздействуют на органы обоняния и выделяются всеми насекомыми колонии.

В колониях насекомых функции воспроизведения потомства зачастую лежат на одном насекомом — матке. У других членов колонии, выполняющих определенную работу, половые органы атрофированы. Но стоит исчезнуть матке, как у отдельных насекомых эти органы начинают быстро развиваться. Оказывается, все дело в феромонах, регулирующих функции воспроизведения потомства. Особые феромоны, которые выделяются маткой и самцами, слизываются с их тел другими членами колонии. В результате у последних подавляется процесс развития половых органов. Когда действие феромонов прекращается, органы воспроизведения вновь начинают развиваться.

наблюдается своеобразное разделение труда: более крупные рабочие особи делят кружки на крупные части, те, что поменьше,— на мелкие. Затем муравьи скатывают из размельченной зелени комочки и складывают их в кучи, на которых вырастают грибки — основная пища муравьев-листорезов. Южноамериканский муравей-садовник известен тем, что строит «воздушные сады». Рабочие особи этого вида натаскивают на вершины деревьев почву и семена растений-эпифитов (см. ст. «Тропический лес»), которые прорастают там и дают побеги. Среди таких «садов» и живут эти муравьи.

Муравьи играют немалую роль в жизни природы. Лесные муравьи полезны тем, что истребляют вредных насекомых и переносят семена растений. Земляные муравьи пронизывают почву своими ходами и тем самым способствуют образованию структурной почвы. Но есть виды муравьев, которые наносят ущерб хозяйству человека. Особенно вредны домовые муравьи. Поселившись вблизи жилья, эти крохотные насекомые проникают всюду, где есть запасы пищи. Обитающий в тропической Америке муравей-листорез — опасный вредитель культурных растений. Но в общем муравьи очень полезны.

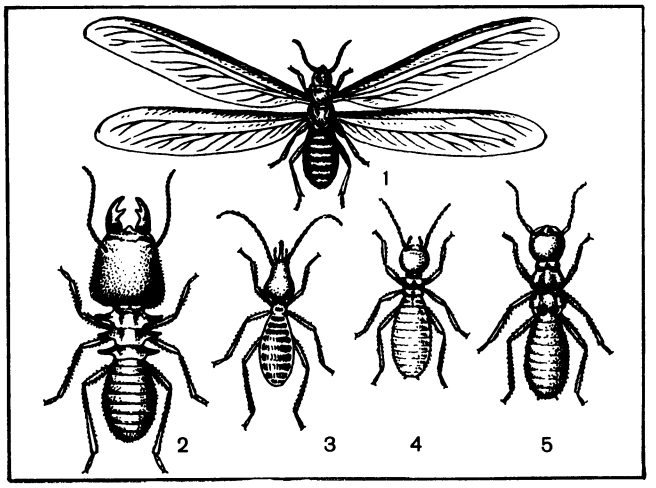
Термиты

Термитов иногда неправильно называют белыми муравьями. В действительности их ближайшие родичи — тараканы. Термиты обитают в теплых странах, главным образом в тропических. На территории нашей страны они встречаются в Средней Азии, на Черноморском побережье Кавказа и под Одессой. Эти термиты мельче тропических и устраивают свои гнезда только под землей.

Огромные количества термитов различных видов населяют внутренние области Африки. Здесь можно увидеть целые термитные поселки, состоящие из конусообразных сооружений, достигающих иногда высоты 6 и более метров. Трудно поверить, что они построены насекомыми величиной не более 10—20 мм. Материалом для постройки термитников служит почва, склеенная экскрементами термитов, или древесина, пропущенная через кишечник насекомого. Они образуют прочную цементообразную массу, и возведенные из них стены так крепки, что поддаются только кирке или лому.

У термитов, особенно у тропических, семья сложнее, чем у муравьев. В термитнике кроме самки-

Термиты: *1* — молодая крылатая самка; *2*, *3* — «солдаты»; *4* — рабочая особь; *5* — самец, сбросивший крылья.

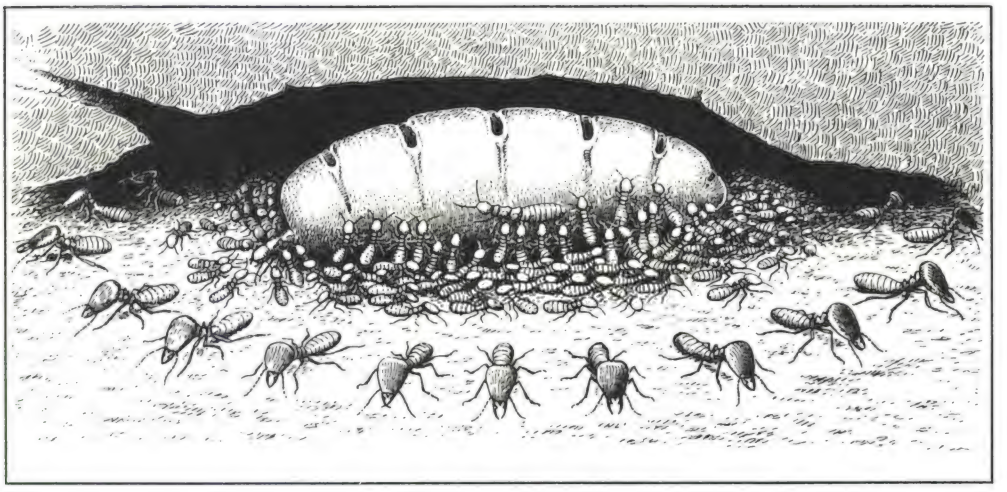


матки постоянно живет и самец; есть «запасные» самки и самцы. Куколок у термитов нет, эти насекомые развиваются из яйца без особых превращений, но уход за личинками у термитов очень сложен. Матка всю свою жизнь проводит в особой камере, где лежит без движения: так велико и тяжело ее брюшко, переполненное яйцами. Рабочие особи кормят и чистят самку и уносят постоянно откладываемые ею яйца. В отличие от других общественных насекомых у термитов рабочими особями бывают не только недоразвитые самки, но и недоразвитые самцы.

Сложное построение семьи и многообразие форм рабочих можно наблюдать, например, в гнезде африканских воинственных термитов. В центре камеры неподвижно лежит самка, рядом с ней находится самец, а вокруг суетятся рабочие термиты. Они кажутся совсем крохотными рядом с огромной самкой. Эту группу окружает кольцо более крупных, чем рабочие, насекомых — это так называемые «малые солдаты». Несколько дальше выстроились в ряд «большие солдаты», которые значительно крупнее «малых». Это охрана самки. Но никакая охрана не спасает термитник от муравьев понерин, которые часто нападают на термитов и пожирают их. Кочующие муравьи дорилины подкапываются под термитники и врываются снизу.

Термиты представляют собой также лакомую добычу для многих птиц (дятлов, павлинов, фазанов), млекопитающих (муравьедов, трубкозубов, броненосцев, ежей), пресмыкающихся.

Термиты избегают света и очень редко появляются днем на поверхности почвы. Обычно они отправляются за пищей ночью или по крытым галереям, ведущим во все стороны от термитника. Питаются



«Царская камера», в которой лежит самка-матка термитов. Грудь и голова у самки маленькие, меньше, чем у «солдат». Но ее брюшко, наполненное яйцами, достигает длины 140 мм. Вокруг самки — рабочие особи, ухаживающие за ней, и охрана.

термиты преимущественно растительной пищей. Термиты некоторых видов делают запасы зерна, другие, подобно муравьям-листорезам, разводят в термитнике «грибные огороды». Поедают они и многое другое. Термиты разрушают дома, портят картины, архивы, книги, уничтожают платье, утварь, музыкальные инструменты, мебель, плодовые и декоративные деревья, приводят в негодность радиоприемники и телевизоры, автомашины, электропроводку, стены оросительных каналов, опустошают продовольственные склады. Список объектов, которые подвергаются нападению термитов, можно было бы увеличить во много раз. Недаром знаменитый натуралист XVIII в. К. Линней назвал индийских термитов самым ужасным бедствием страны.

Бороться с термитами трудно, так как они многочисленны и очень плодовиты.

Общественные насекомые — пчелы, роевые осы, шмели, муравьи и термиты — отличаются от других насекомых многими присущими только им особенностями. Рабочие особи этих насекомых нередко удаляются в поисках добычи на сотни метров от своего гнезда и находят дорогу назад. Муравьи бегут по своим «душистым тропинкам», пчелы оставляют в воздухе «душистые следы». Солнечные лучи служат для них своеобразным компасом: угол падения солнечных лучей направляет полет насекомого. Вблизи гнезда у пчел, ос, шмелей проявляется своеобразная «топографическая память»: насекомое «узнает» место. Теми или иными сигналами общественные насекомые общаются друг с другом. «Танец» пчелы-сборщицы сообщает о том, что найдена богатая добыча, характер же танца указывает, где искать ее. Муравьи «разговаривают» по-разному, ударяя друг друга усиками, причем различные сигналы вызывают и определенные «ответы». Есть «сигнализация» и у термитов.

Чем же объясняются особенности жизни и повадок общественных насекомых? Некоторые ученые наделяли этих насекомых чуть ли не человеческим разумом. Но это, конечно, неверно. Всеми их действиями, которые на первый взгляд могут показаться продуманными, руководят только инстинкты. Эти инстинкты необычайно сложны по сравнению с инстинктами других насекомых, но не имеют ничего общего с разумом.

Ядовитые животные

Среди средств защиты и нападения в мире животных важную роль играют яды — сильнодействующие выделения кожных, слюнных желёз, которые могут отпугнуть, парализовать или даже убить противника.

Особенно много ядовитых животных среди паукообразных, насекомых и змей. Любопытно, что самые высокоорганизованные животные — птицы и млекопитающие — почти совсем не имеют «на вооружении» ядов.

Ядовитые животные:
1 — каракурт (самка);
2 — скорпион;
3 — огненная саламандра;
4 — ящерица ядозуб;
5 — жаба-ага;
6 — индийская кобра;
7 — среднеазиатская кобра; *8* — королевская кобра; *9* — гюрза;
10 — обыкновенный щитомордник;
11 — восточный щитомордник;
12 — гадюка обыкновенная;
13 — жарарака.

Конечно, понятие ядовитости относительно. Мы не считаем ядовитыми многих мелких животных, особенно насекомых, укус которых мы или вовсе не замечаем, или переносим почти безболезненно. Однако для своих жертв эти мелкие животные — опасные ядовитые хищники. К ядовитым мы относим лишь тех животных, яды которых оказывают сильное воздействие на человеческий организм.

Состав и действие ядов животных очень разнообразны. Сильное действие на организм оказывают нейротоксические яды, которые вызывают паралич нервных центров. Нейротоксические яды могут играть защитную роль, но в первую очередь они служат для нападения и добывания пищи. Такие яды свойственны многим паукам, скорпионам, аспидовым и морским змеям, некоторым рыбам. На человека эти яды действуют своеобразно: в месте укола или укуса обычно не бывает сильных изменений тканей (покраснения или опухоли), но вскоре наступает паралич дыхательных центров, удушье, слабость, рвота. Тяжелое отравление может привести к смерти.

Гемотоксические яды воздействуют на кровеносную систему: в крови появляются сгустки, которые закупоривают тонкие сосуды и образуют тромбы, стенки кровеносных сосудов местами разрушаются, и происходят внутренние кровоизлияния, свертываемость крови резко понижается, что приводит к длительным кровотечениям. Гемотоксическими ядами обладают гадюковые и ямкоголовые змеи. Эти яды не только убивают добычу, но и как бы подготавливают ее к перевариванию в желудке хищника, так как внутренние ткани тела жертвы оказываются глубоко нарушенными. Воздействие гемотоксических ядов человек переносит обычно тяжелее, чем нейротоксических, так как последствия укуса сохраняются дольше и часто в месте укуса остаются необратимые изменения тканей, иногда укушенная конечность отмирает.

Для выделения ядов, служащих лишь защитой, животным достаточно иметь открывающиеся на поверхности кожи протоки ядовитых желёз. В этом случае ядовитые выделения могут попасть только на поверхность тела хищника или в полость его рта. Таких ядовитых животных называют невооруженными. Это многие земноводные — жерлянки, жабы, саламандры. Чтобы ввести яд в тело жертвы, требуется «вооружение» — жало, челюсти или зубы. К вооруженным ядовитым животным относятся скорпионы, пауки, жалящие насекомые, змеи.

Много ядовитых животных среди членистоногих. Расскажем о наиболее известных и сильно ядовитых.

Змеелов.

Своеобразный ядовитый аппарат *скорпионов* расположен в последнем членике их «хвоста» — заднего отдела брюшка, более тонкого и подвижного, чем передний отдел. В этом членике есть ядовитые железы, протоки которых выведены в загнутый острый шип. При нападении на добычу скорпион схватывает ее клешневидными педипальпами и затем, загнув «хвост», наносит удар (укол) концевым шипом, вводя яд в тело жертвы. Яд скорпионов нейротоксический и мгновенно парализует мелкую добычу. Человек, которого ужалил скорпион, чувствует резкую боль в месте укуса, а затем могут наступить явления паралича. Укус крупных тропических скорпионов бывает даже смертельным. Скорпионы населяют все тропические и экваториальные страны. В нашей стране они водятся в Крыму, Закавказье, Казахстане и Средней Азии. В пустынях обитает пестрый скорпион, размером всего до 5 см, бледно-желтый с темными пятнами. В лесистых горных районах Закавказья встречается более крупный черный скорпион, длиной около 11 см.

Среди пауков немало видов, опасных для человека. Яд попадает в тело жертвы через протоки желёз при укусе паука. У человека, укушенного пауком, ткани в месте укуса сначала опухают и краснеют, а затем омертвевают. Укус некоторых видов вызывает паралич. В тропических странах наиболее опасны пауки-птицееды, достигающие 10 см

длины. Укус некоторых из них может быть смертельным для человека.

В пустынях и степях Средней Азии, Кавказа и Крыма встречается самый ядовитый из наших пауков — *каракурт*, черный, с мелкими красными точками на брюшке. Каракурт достигает длины 2 см, причем самка вдвое крупнее самца. Укус каракурта оказывает на человека сильное нейротоксическое действие, вызывая боли, онемение конечностей, паралич дыхательного центра, судороги. При отсутствии медицинской помощи может наступить смерть. В Ташкентском бактериологическом институте изобретена специальная противокаракуртовая сыворотка. Если человеку, укушенному пауком, ввести эту сыворотку, последствия укуса быстро проходят. Каракурт опасен и для домашних животных. Лошади и верблюды, укушенные каракуртом, обычно погибают.

Очень болезнен, но не опасен для жизни укус *тарантулов*. Наиболее широко распространен (до лесостепной зоны) южнорусский тарантул — мохнатый паук длиной 3—4 см.

К жалящим перепончатокрылым относятся *пчелы, осы, шершни, шмели, муравьи*. У них жало представляет собой видоизмененный яйцеклад, выдвигающийся из конца брюшка в момент ужаления. У медоносных пчел яйцеклад-жало устроен особо: он зазубрен и поэтому застревает в теле жертвы. После ужаления жало выдергивается вместе с ядовитыми железами из брюшка, и пчела погибает. Наиболее опасны шершни — самый крупный вид ос. Они достигают в длину 3 см. В месте ужаления шершнем у человека появляется очень большая и болезненная опухоль, затем возникают удушье, паралич, нередко он теряет сознание. Более мелкие осы опасны тем, что могут нападать большими стаями. Тогда человек получает громадную дозу яда и может погибнуть.

Есть немало ядовитых рыб. Чаще всего защитный аппарат рыб — это шипы или острые лучи плавников, которые снабжены ядовитыми железами. Железы расположены обычно снаружи по поверхности шипа или луча, и их яд выделяется в рану при уколе. У нас в Черном море водится *скат-хвостокол*, с шипом на конце хвоста. Скат около метра длиной, а его шип — 10—12 см. Скаты обычно зарываются в ил или лежат неподвижно, распластавшись на дне, при этом окраска их сливается с цветом грунта. Очень легко, не заметив рыбу, наступить на нее и получить удар ядовитого шипа. После укола возникают резкие боли, опухоль, посинение места укола, упадок сердечной деятельности, удушье, рана долго не заживает. Укол крупных скатов, например гигантского хвостокола, длиной 2—3 м, может привести к гибели человека. У многих видов костистых рыб шипы плавников снабжены ядовитыми железами, и их укол вызывает сильное местное и общее отравление. Особенно много ядовитых шипов в «оперении» морского ерша, красной крылатки, бородавчатника.

Земноводные не имеют никаких вооруженных органов. Зато большое количество ядовитых выделений кожных желёз служит им хорошей защитой против многих хищников.

Для хищников опасны выделения ядовитых желёз *пятнистой*, или *огненной, саламандры*. Это ярко расцвеченное животное обитает по всей Южной Европе, а в нашей стране — в Карпатах. Длина ее всего 20—25 см, кожа богата ядовитыми железами, самые крупные скопления желёз образуют бугры по бокам шеи. Яд саламандры, попав в рот хищника, вызывает жжение, у мелких животных — конвульсии и паралич. Для человека может быть опасно лишь попадание яда в рот или в глаза.

Из бесхвостых земноводных обилием ядовитых желёз в коже отличаются *жабы* и *жерлянки*. Кожа этих амфибий сильно бугорчатая, как часто говорят, «бородавчатая». Отсюда и возникло суеверие, будто от жабы могут появиться на руках бородавки. На самом деле яд жаб слишком слаб, чтобы оказать какое-либо действие на кожу человека. Однако он сильно раздражает слизистые оболочки. В Центральной и Южной Америке живет самая крупная жаба — ага, достигающая 30 см длины. Ее яд действует сильно. Так, известны случаи, когда собаки, схватившие в рот жабу-агу, погибали. Индейцы Южной Америки используют яд кожных выделений жабы-аги для изготовления отравленных стрел.

Краснобрюхая жерлянка — небольшая лягушка, длиной всего 4—6 см. Сверху она окрашена скромно, а брюшко у нее ярко-красное, пятнистое. Эта маленькая лягушка, испугавшись, выделяет ядовитую пену. Если эта пена попадает в воду, где есть другие земноводные или рыбы, те быстро погибают.

Однако все наши ядовитые земноводные не идут ни в какое сравнение с южноамериканскими лягушками из семейства короткоголовых. Древолазы и листолазы — мелкие лягушки, длиной всего 2—3 см, окрашенные в самые пестрые цвета,— обитают в густых тропических лесах Колумбии, Коста-Рики, Венесуэлы, северной Бразилии. Их кожные выделения чрезвычайно ядовиты. Достаточно капле этого яда попасть в ранку крупному животному — ягуару, тапиру, оно вскоре погибает от паралича. Коренные жители — индейцы с незапамятных времен

знают свойства ядов древолазов и листолазов. Они собирают этих лягушек, соблюдая меры предосторожности, не дотрагиваясь до них голыми руками. Затем нагревают лягушек над пламенем костра и собирают их кожные выделения, чтобы смазывать ими наконечники стрел.

Больше всего ядовитых форм среди пресмыкающихся.

Ядовитые ящерицы — *ядозубы* живут на юге Северной Америки. Это крупные, 50—70 см длиной, коротколапые ящерицы с плоской притупленной мордой. Один вид — жилатье — живет на юго-западе США и в северной Мексике, а другой, крупный — эскорпион — обитает в западной и юго-западной Мексике. Яд содержится в крупных нижнечелюстных железах ядозубов и поступает по протокам прямо в полость рта. Все зубы имеют наружные бороздки, по которым яд стекает в рану жертвы при укусе. Когда ядозуб испуган или раздражен, полость его рта переполняется ядом, он в виде пены выступает изо рта, и в это время укус ящерицы очень опасен. Действие яда ядозубов в основном нейротоксическое. Человек переносит укус ядозуба очень болезненно, в исключительных случаях укушенные погибают.

В нашей стране ядовитых ящериц нет.

Нередко считают, что все змеи ядовиты. На самом деле ядовиты лишь около 250 видов, т. е. 10 % змей на всем земном шаре. В нашей стране обитает всего 10 видов ядовитых змей, главным образом в южных районах — Закавказье и Средней Азии. Но в таких странах, как Индия или Бразилия, размеры «змеиной опасности» довольно внушительны. На нашей планете ежегодно страдает от укусов змей около 500 тыс. человек, несколько тысяч погибают.

У разных видов и групп змей ядозубной аппарат устроен различно, и действие их яда также сильно различается. Наиболее примитивно устроены ядовитые зубы у ядовитых представителей семейства ужеобразных (в основном в это семейство входят безобидные змеи). Ядовитые зубы у них расположены в глубине рта на верхней челюсти и имеют на передней поверхности лишь неглубокую бороздку для стекания яда. При укусе ядовитые зубы часто не достигают тела жертвы. Яд большинства этих змей очень слаб и действует лишь на мелких животных. К таким змеям относятся живущие на юге нашей страны ящеричная змея, бойга и стрелазмея. Есть, однако, среди ужеобразных змей и такие, яд которых может быть опасным даже для человека. К ним относится южноафриканский бумсланг, достигающий в длину 2 м.

У аспидовых змей ядовитые зубы расположены в передней части верхней челюсти и имеют внутри канал, по которому при укусе яд как бы впрыскивается в тело жертвы. В момент укуса жевательные мышцы змеи резко сокращаются, ядовитая железа под их действием сжимается, и яд по протокам под давлением поступает в ядозубной канал. Ядопроводящие зубы заметно длиннее остальных, неядовитых зубов. Яд аспидовых змей оказывает на организм жертв нейротоксическое действие.

Самая крупная среди аспидовых змей и ядовитых змей вообще *королевская кобра*, живущая в Юго-Восточной Азии. Длина ее достигает обычно 3—4 м, а в отдельных случаях — 5,5 м. Змея эта живет в густых лесах, где охотится в основном на змей: безобидных ужей, ядовитых крайтов, аспидов, кобр (других видов). Любопытно, что королевская кобра «строит» из листвы и мелких веток своеобразное гнездо, куда откладывает яйца. Самка сторожит их, спрятавшись в гнезде. Если случайно пройти близко от гнезда королевской кобры, самка может броситься на пришельца, чтобы отогнать его. Яд королевской кобры очень силен, и, кроме того, при укусе такая гигантская змея выделяет очень много яда. Человек может погибнуть от укуса королевской кобры в течение получаса.

Наиболее известна *индийская кобра*, или *очковая змея*. Характерный рисунок на ее шее сзади напоминает очки. При опасности кобра поднимает переднюю часть тела и расширяет шейный отдел, отчего образуется «капюшон», рисунок очков становится хорошо видным.

Индийская кобра с древних времен была основным действующим лицом в уличных представлениях индийских факиров. Заклинатели змей игрой на деревянной флейте как бы «завораживают» кобру, и она покачивается перед укротителем в такт музыке. На самом деле, однако, кобра не воспринимает музыку (змеи практически глухи), а следит за укротителем и движется в такт покачиваниям его тела.

Наша *среднеазиатская кобра* — ближайший родственник индийской очковой змеи. Однако у нее нет на шее очков. Живет она на юге Туркмении, Узбекистана и Таджикистана. Отдельные экземпляры могут достигать почти двухметровой длины. Яд кобры очень силен, но кусает она очень редко, только после того как исчерпаны другие оборонительные меры.

На юге Африки живет ошейниковая кобра, а на востоке и юге Африки — черношейная кобра. Оба вида интересны тем, что помимо укуса ядовитыми зубами могут «выстреливать» яд на расстояние до 2 м. Яд под давлением выбрызгивается прямо из

ядозубного канала, отверстие которого направлено не вниз, как у других змей, а вперед. Такая «стрельба» ядом — хорошая защита от крупных хищников: яд, попавший на слизистую оболочку глаз, вызывает резкое жжение и впоследствии, если не принять мер, полную слепоту.

В морях тропических и экваториальных широт водятся *морские змеи*. Детенышей своих большинство морских змей рождают прямо в открытом море. Яд многих морских змей действует гораздо сильнее, чем яд самых опасных наземных змей. В случае укуса человек погибает, если вовремя не оказать ему помощь. Однако такое случается редко: морские змеи отличаются удивительно спокойным характером. Рыбаки с островов Малайского архипелага голыми руками вытаскивают из сетей попавших туда змей и бросают в море.

Гадюковые змеи широко распространены в Европе, Азии и Африке. Зубы их устроены сложно: ядовитый зуб укреплен на вращающейся кости и при закрытом рте находится в горизонтальном положении, а при нападении, когда рот открывается, зуб становится перпендикулярно к челюсти. Поэтому ядовитые зубы могут достигать значительной длины, до 2—3 см у крупных видов гадюк. Если бы такие зубы торчали в челюсти неподвижно, змея не могла бы закрыть рот.

Обыкновенная гадюка широко распространена в лесной и лесостепной зонах нашей страны. Местами образуются целые змеиные очаги — районы, где численность гадюк достигает 90—100 штук на гектар. Но случаи укусов людей редки, и, если помощь оказана правильно, наступает полное выздоровление. Обыкновенную гадюку нельзя уничтожать; в ряде стран, в частности в ГДР, гадюки находятся под охраной закона: ведь они дают ценнейшее сырье для медицины — змеиный яд.

Другие виды гадюк — степная, кавказская, носатая, армянская — обитают в южных районах нашей страны. Укус степной гадюки еще слабее, чем обыкновенной. Остальные перечисленные виды гадюк сравнительно редки. Но вот самая крупная наша гадюка — *гюрза* представляет серьезную опасность. Эта змея длиной до 1,6 м, толстая и неуклюжая, живет у нас на юге Средней Азии. Гюрза, в отличие от кобры, не предупреждает человека, если он приближается к ней, поэтому случаев укуса гюрзой значительно больше.

Многими чертами строения на гадюковых похожи ямкоголовые змеи. У них так же устроен ядозубной аппарат. Но у ямкоголовых змей имеется особое приспособление для поиска добычи в темноте — термолокатор — в виде парных ямок между ноздрей и глазом. Эти ямки способны воспринимать различия в температуре окружающей среды, составляющие доли градуса. Так ямкоголовым змеям удается выслеживать в темноте свою добычу — теплокровных животных. На юге нашей страны распространены два вида ямкоголовых — *обыкновенный* и *восточный щитомордники*. Укус щитомордников для людей болезнен, но смертельных случаев не бывает.

В Центральной и Южной Америке живет самая крупная из ямкоголовых змей — *бушмейстер*, длиной до 3,6 м. Укус ее очень опасен, но сама змея встречается исключительно редко. Зато другая южноамериканская ямкоголовая змея — *жарарака*, до 1,5 м длиной, очень многочисленна, и люди часто страдают от ее укусов.

Особую группу ямкоголовых змей образуют *гремучие змеи*. У них на конце хвоста имеется трещотка, состоящая из вложенных одно в другое роговых колечек. При опасности змея приподымает хвост и издает трещоткой довольно громкий треск.

Для защиты от укусов ядовитых животных, и в первую очередь змей, еще в конце прошлого века ученые изобрели специальную противозмеиную сыворотку. Первый центр по изготовлению противозмеиных сывороток был основан в Бразилии, в г. Сан-Пауло. Это крупнейший научный центр, где изучают ядовитых животных. Изобретение противозмеиной сыворотки резко сократило смертность от укусов змей.

Но сейчас ядовитые змеи привлекают внимание ученых уже с другой стороны: их яд оказался незаменимым сырьем для изготовления ряда уникальных лечебных препаратов: обезболивающих, кровоостанавливающих. Во многих странах созданы змеепитомники, где содержат змей для получения яда. В нашей стране несколько таких питомников, в том числе и под Москвой. Для того чтобы сохранить ядовитых змей, дающих ценный препарат — змеиный яд, в южных республиках нашей страны приняты специальные постановления об их охране. Так ядовитые животные, приносившие столько страданий человечеству, теперь служат ему на благо.

Паразиты животных и человека

Среди животных много таких, которые, поселяясь во внутренних органах либо на теле других животных или человека, питаются за счет чужих соков и тканей. Этот нападающий организм называется *паразитом*, а животное, за счет которого он живет и питается,— *хозяином*. Паразитизм широко распространен в природе и очень разнообразен. Паразитарный образ жизни ведут многие виды насекомых, разнообразные клещи, черви и некоторые представители самых низших животных — простейших, тело которых состоит всего лишь из одной-единственной клетки.

Временные паразиты все свое развитие совершают вне тела хозяина и используют его лишь для утоления голода. Например, постельный клоп нападает на человека только ночью; насытившись кровью, клоп уползает в свое убежище до нового приступа голода. Таковы и комары. Из яичек, отложенных самками комара в воду, выводятся сначала личинки, а затем куколки. Ни личинки, ни куколки не паразиты. Только вылупившиеся из куколок самки становятся паразитами и питаются кровью животных и человека; самцы же комаров питаются соками растений.

Стационарные, или постоянные, паразиты всю свою жизнь или большую часть ее паразитируют на хозяине. Они питаются за счет хозяина и обитают в его тканях и органах. Таковы, например, многочисленные паразитические черви, носящие название гельминты, паразитические простейшие, а также вши и чесоточные клещи.

У *паразитических простейших* очень несложное строение, но у некоторых из них сложный цикл развития. Таков, например, малярийный плазмодий — возбудитель тяжелой болезни (см. ст. «Насекомые и клещи — переносчики и хранители возбудителей болезней»).

Малярийному плазмодию для его развития нужны два хозяина: человек и малярийный комар, которые взаимно заражают друг друга. Вот почему в борьбе с малярией огромную роль играет уничтожение малярийных комаров — единственных распространителей этого тяжелого заболевания человека. В наше время благодаря лечебным и профилактическим мероприятиям малярия в СССР почти ликвидирована.

Среди простейших есть много и других паразитов. Они вызывают различные заболевания у человека, у домашних и диких животных, у птиц, рыб и полезных насекомых — пчел и шелковичных червей. У человека заболевания могут вызывать амебы, лейшмании, трипаносомы и некоторые другие простейшие. У домашних животных заболевания нередко вызывают трипаносомы, токсоплазмы, пироплазмы.

Среди *насекомых* и *клещей* есть паразиты — переносчики опасных заразных заболеваний. Вошь, укусив сначала больного сыпным тифом, а потом здорового человека, передает здоровому сыпной тиф. Вошь может служить переносчиком возвратного тифа. Некоторые виды блох переносят чуму.

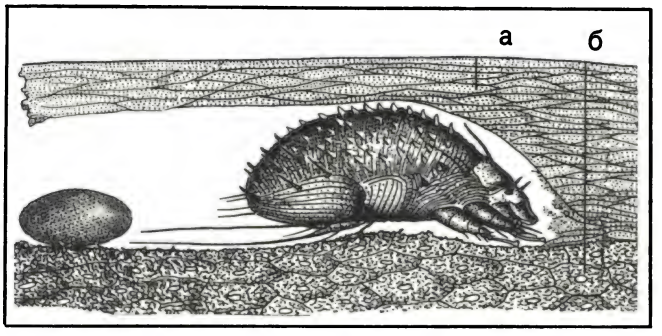
Есть виды клещей, которые могут быть возбудителями накожных заболеваний, например чесотки. Другие виды клещей сами не являются возбудителями заразных болезней, но могут переносить возбудителей возвратного тифа, воспаления мозга человека (энцефалита) и некоторых заболеваний животных, например бруцеллеза. Потому так необходима борьба с насекомыми и клещами — возбудителями и переносчиками заразных, иногда смертельных болезней.

Гельминты, или *глисты,*— это паразитические черви, которые поселяются в организме человека и различных животных. Есть также гельминты — паразиты растений. Наука, занимающаяся изучением гельминтов, вызываемых ими заболеваний и разработкой методов борьбы с ними, называется *гельминтологией.*

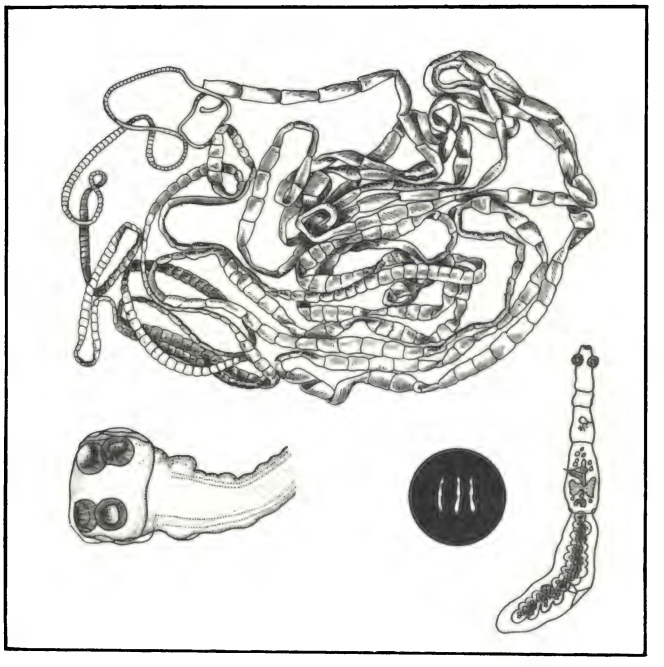
По форме и строению паразитические черви разделяются на две большие группы: круглые, или нематоды, и плоские. Плоские, в свою очередь, подразделяются на трематод и цестод (ленточных червей). У трематод плоская листовидная форма тела, на теле имеются две присоски или реже одна. Некоторые виды их очень малы — от 1 до 3 мм, другие довольно крупные, достигают 10 см и более. У цестод тело удлиненное в виде ленты, оно состоит из головки, шейки и ряда отдельных члеников. Цестоды бывают различных размеров — от очень мелких, в 1—2 мм, до очень крупных, достигающих 10 м и более. Число члеников у цестод тоже различно: у одних видов всего 1—2 членика, у других их сотни и даже тысячи. Головкой паразит прикрепляется к тканям хозяина. За головкой тело суживается; это место называется шейкой. Членики нарастают от шейки, поэтому около нее всегда самый молодой членик, а более старые постепенно отодвигаются к заднему концу цестоды. У нематод, или круглых червей, удлиненное нитевидное тело; в поперечном сечении нематоды круглые. Длина их — от миллиметра до метра и даже более (у кита была обнаружена нематода длиной около 8 м).

Известно более 12 тыс. видов различных гельминтов, паразитирующих у животных. Гельминтов, паразитирующих у человека, на земном шаре более 200 видов, примерно 70 видов обнаружено в СССР.

Чесоточный клещ прогрызает в коже человека ходы. На рисунке изображена самка клеща и отложенное ею яйцо в просвете хода: *а* — роговой слой кожи; *б* — клетки зернистого слоя эпидермиса кожи.



Паразитические черви: *вверху* — бычий цепень, длина его достигает 10 м; *внизу слева* — головка бычьего цепня с четырьмя присосками; *внизу справа* — эхинококк из кишечника собаки. *В кружочке* — эхинококки в натуральную величину.



Развитие гельминтов протекает различно. Одни виды паразитируют и в личиночной и во взрослой стадии в одном хозяине. Таковы аскариды, власоглавы, острицы, цепни карликовые и некоторые другие. Другие гельминты меняют хозяев. В личиночной стадии они живут в одном хозяине, а во взрослой — в другом. Так происходит, например, развитие бычьего и свиного цепней (цестод), которые во взрослом состоянии достигают 6—8 м в длину и живут в кишечнике человека, а в личиночном — в мышцах крупного рогатого скота (бычий цепень) и свиньи (свиной цепень) в виде небольших (около 4—5 мм) беловатых пузырьков. Эхинококки во взрослом состоянии — мелкие цестоды, длиной около 0,5 см,— живут в кишечнике собак, волков, лисиц, а в личиночной стадии, в виде пузырей, достигающих иногда 10—15 см в диаметре,— в различных органах крупного и мелкого рогатого скота, свиней, а иногда и человека. У некоторых гельминтов еще более сложное развитие. Так, лентец широкий в личиночной стадии живет сначала в мелких рачках (циклопах), затем в рыбе (щуке, налиме, язе и некоторых других), а во взрослой стадии — в кишечнике человека, где достигает 8—9 м в длину.

Наиболее часто гельминты живут в кишечнике, но бывают такие формы, которые паразитируют в печени, сердце, мышцах, глазах, крови, почках, мозгу и в других органах и тканях человека и животных. Чтобы удержаться в кишечнике, гельминты вооружены специальными приспособлениями. У одних видов есть присоски, у других — маленькие плоские крючочки, у третьих — своеобразные зубы.

Гельминты вредят здоровью человека и животных. Поселяясь в организме хозяина, они питаются за его счет. При этом одни питаются кровью и тканевыми соками, а другие, живущие в кишечнике, частично поглощают питательные вещества, необходимые для питания организма хозяина. Но этим далеко не ограничивается вред от паразитических червей. В процессе жизнедеятельности гельминты выделяют ядовитые вещества, которые всасываются в кровь хозяина и отрицательно действуют на его нервную систему, кроветворные и другие органы. Наиболее часто гельминты вызывают нарушение аппетита, тошноту, боли в животе, головные боли, головокружение, общую слабость.

Многие гельминты вызывают массовые падежи домашних животных, особенно молодняка. У крупного рогатого скота некоторые гельминты резко снижают молочность, у овец и коз уменьшают настриг и ухудшают качество шерсти, у кур и уток сокращают плодовитость. Мясо животных, пораженное гельминтами, которыми может заразиться человек, бракуется и не допускается к продаже. Таким образом, гельминты помимо вреда здоровью населения приносят ущерб и народному хозяйству.

Гельминты, паразитирующие в кишечнике, печени и легких, откладывают яйца. Яйца различны у каждого вида гельминтов и видимы только в микроскоп. В лаборатории по форме и величине яиц точно определяют, каким видом гельминта заражен человек или животное. По способу заражения гельминты могут быть разделены на две группы. К одной группе относятся гельминты, которыми человек заражается через овощи, воду, почву и различные предметы, загрязненные яйцами или личинками этих паразитов. Так, например, происходит заражение аскаридами, власоглавами, острицами, цепнем карликовым. Нередко яйца гельминтов переносят на пищевые продукты мухи. К другой группе относятся гельминты,

заражение которыми происходит через рыбу и мясо животных, пораженных личинками этих паразитов. Так, через мясо крупного рогатого скота происходит заражение цепнем бычьим, через мясо свиньи — цепнем свиным и трихинеллами, а через рыбу — лентецом широким и описторхисами (трематоды).

От собаки человек и некоторые домашние животные могут заразиться эхинококком. У человека эхинококки вызывают очень тяжелое заболевание. От кошек и собак можно заразиться собачьими и кошачьими аскаридами, которые в личиночной стадии могут паразитировать и у человека. Поэтому после игры с собакой или кошкой или ухода за ними необходимо тщательно мыть руки. В ветеринарной лечебнице следует периодически проверять, нет ли у вашей собаки гельминтов, опасных для человека.

Чтобы не заразиться гельминтами, следует соблюдать правила гигиены. Надо тщательно мыть руки перед едой и после каждого посещения уборной, мыть сырые овощи, фрукты и ягоды (особенно клубнику). Воду следует пить только кипяченую. Надо следить за чистотой жилого помещения, дворов, садов, вести борьбу с мухами, содержать уборные в чистоте. Перед тем как использовать нечистоты для удобрения огородов, их следует обезвреживать. Для этого их закладывают на несколько месяцев в так называемые компосты: переслаивают землей, навозом, торфом или углем. Мясные и рыбные пищевые продукты следует хорошо проваривать и прожаривать. Покупать и продавать можно только то мясо, которое прошло ветеринарно-санитарный контроль.

В нашей стране широко ведется борьба с гельминтозами — заболеваниями, вызываемыми гельминтами. Наиболее широко гельминты распространены у детей, поэтому в школах, детских садах, детдомах врачи обследуют и лечат детей. В мероприятиях, проводимых органами здравоохранения и сельского хозяйства по борьбе с гельминтозами, могут активно участвовать и школьники. Вы должны знать о путях заражения гельминтами и помогать предохранять население и животных от заболеваний, вызываемых ими.

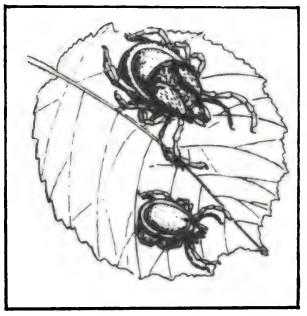
Насекомые и клещи — переносчики и хранители возбудителей болезней

Начиная с 70-х годов прошлого столетия открытия многих ученых — врачей и биологов (Л. Пастера, И. И. Мечникова, Р. Коха и других) показали, что многие заразные болезни человека вызываются микроорганизмами — бактериями, грибами, а также простейшими животными. И каждый раз, когда становился известным новый возбудитель какой-нибудь болезни, вставали вопросы: каким образом возникают эпидемии этой болезни? Как болезнь передается от человека к человеку? Чтобы выяснить это, врачи, ученые — микробиологи и зоологи выезжали в очаг эпидемии. Они проводили опыты, исследовали местных жителей, выявляли все возможные причины ее появления. Ценой гибели многих врачей, микробиологов и зоологов от чумы и других болезней пути распространения эпидемий были разгаданы. Было установлено, что возбудителей многих болезней переносят клещи и кровососущие насекомые.

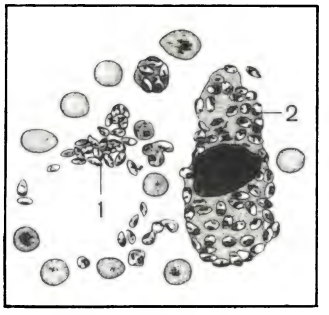
Очень много сделали для выявления переносчиков болезней советские ученые. После Октябрьской революции в нашей стране началось быстрое освоение новых, ранее не заселенных районов. Советские люди искали полезные ископаемые, возводили в безлюдных местах города, электростанции, прокладывали железнодорожные и шоссейные дороги, осваивали веками не паханные земли, проникали в самые глухие уголки страны. Но в безлюдных местах пришельцы иногда заболевали тяжелыми и неизвестными ранее болезнями. Когда в 1935 г. на Дальнем Востоке в уссурийскую тайгу пришли первые геологи, строители, лесорубы, среди них начали возникать эпидемии энцефалита — тяжелого заболевания головного мозга. Температура больного повышалась до 39°, появлялись боли, судороги. В тяжелых случаях люди умирали, а если выздоравливали, то у них часто оставались парализованными шея, руки и ноги. В очаг эпидемии выехала экспедиция. Открытый учеными возбудитель болезни оказался вирусом. Но как попадает этот вирус в тело человека? Сотрудники экспедиции установили, что в тех местах вирус энцефалита встречается в организме многих млекопитающих и птиц и что возбудителя этого заболевания переносят от больного животного к человеку кровососущие иксодовые клещи. Вспышки эпидемии происходили весной и летом — в периоды наибольшей активности клещей. Поэтому болезнь была названа весенне-летним клещевым энцефалитом.

Исследования многих ученых помогли выяснить, что клещевой энцефалит распространен не только в широколиственных и смешанных лесах Уссурийского

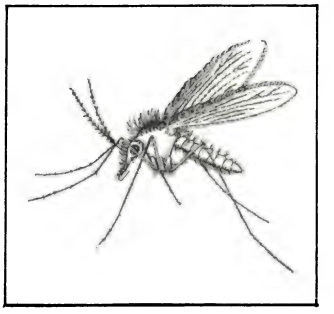
Клещи иксодес — переносчики возбудителя энцефалита.



Возбудитель кожного лейшманиоза: *1* — группа паразитов, выпавшая из клетки хозяина; *2* — клетка с многочисленными паразитами.



Переносчик лейшманиозов — москит флеботомус.



края, но также в лесах Восточной и Западной Сибири, Европейской части СССР, Чехословакии, Югославии и других стран.

Иксодовые клещи обитают в тайге не всюду. Они скапливаются на листьях растений вблизи просек, вырубок, звериных троп и прицепляются к шерсти проходящих мимо животных или к одежде человека. Если такого клеща не снять вовремя с одежды, он заползает под нее, присасывается к телу человека и пьет его кровь. При этом он выпускает слюну, в которой содержится вещество, препятствующее свертыванию крови. В слюне находится также и вирус энцефалита.

Самка клеща нападает на крупных животных — диких и домашних. Насосавшись крови, она откладывает большое количество яиц, из которых выходят личинки. Для того чтобы перейти в следующую фазу развития, личинка клеща должна напиться крови какого-либо мелкого дикого животного, например бурундука, полевки, крота, а из птиц — овсянки, поползня, дрозда. После этого личинка превращается в нимфу, а та, также напившись крови мелкого животного, превращается во взрослого клеща. В крови животных может находиться вирус энцефалита, и тогда личинка или нимфа клеща, питаясь его кровью, заражается энцефалитом. Возбудитель энцефалита сохраняется и в организме взрослого клеща. Он и заражает человека.

Чтобы предохранить себя от клещевого энцефалита, нужно носить в тайге специальную защитную одежду с плотно застегивающимся воротником и манжетами на руках и ногах. Следует часто осматривать тело и одежду и снимать прицепившихся клещей. Советские врачи и микробиологи ведут сейчас в природных очагах клещевого энцефалита активную борьбу с клещами.

На скалистых берегах и на заболоченных лугах Восточной Азии, где гнездится много птиц, люди иногда заболевают японским энцефалитом. Возбудитель болезни — другой вирус, который переносят комары от птицы к птице или к человеку.

Комары уже давно известны как переносчики заразных болезней. Особенно хорошо изучены комары рода анофелес, переносчики возбудителей малярии. Наилучший способ борьбы с ними, а тем самым и с малярией — осушение болотистых мест, где обитают личинки комаров, или опыление зараженных болот с самолетов ядами, убивающими насекомых (инсектицидами). С комарами — переносчиками вируса японского энцефалита — борются так же: опыляют инсектицидами прибрежные лагуны, в которых выводятся и живут личинки комаров. Обрабатывают инсектицидами дневные убежища взрослых комаров — жилые помещения, хозяйственные постройки и заросли растений.

Для непосредственной защиты человека от комаров лучше всего применять защитную сетку, пропитанную веществом (репеллентом), запах которого отпугивает комаров. Лучшие из них — деметилфталат, бензимин, репеллин альфа и диэтилтолуамид (сокращенно его называют ДЭТА). Эти вещества отпугивают также других насекомых, а ДЭТА — и клещей. Их можно применять и без сетки, нанося непосредственно на кожу. В аптеках продаются кремы и лосьоны, содержащие тот или иной репеллент, например крем «Тайга».

Чума известна людям с древних времен. Некогда эпидемии этой страшной болезни уносили множество человеческих жизней. В нашей стране население практически избавлено от чумы. Но в некоторых районах Африки, Азии и Южной Америки ежегодно умирают от чумы несколько сотен, а иногда и тысяч человек.

Возбудителя чумы — бациллу пестис — переносят блохи. Некоторые виды блох, обитающие в южных пустынях и степях, питаются кровью грызунов — сурков, сусликов, песчанок и других, но нападают и на человека. Если среди грызунов возникает чумная эпизоотия (так называются массовые заразные заболевания животных), блохи могут перенести возбудителя болезни и людям. Борьба с чумой — это борьба с грызунами и блохами. За теми местами,

где обитают грызуны, среди которых могут быть и больные чумой, ведется наблюдение. Если обнаруживают, что среди грызунов началась эпизоотия, принимают меры для уничтожения в этом месте грызунов и блох. В поселках, расположенных неподалеку от природных очагов чумы, т. е. от мест, где она когда-либо возникала среди грызунов, следует особенно строго следить за чистотой. В жилищах человека блохи обычно откладывают свои яйца в щелях между половицами, в углах комнат и в других местах, где может скапливаться грязь и мусор. Для уничтожения блох применяют специальные яды.

Со степными грызунами ведут борьбу не только из-за опасности чумы. Через насекомых и клещей они нередко переносят человеку и другие болезни. В коже грызуна песчанки иногда размножаются лейшмании — простейшие животные из класса жгутиковых. На ушах и мордочке такого грызуна появляются долго не заживающие язвы. Болезнь эта называется кожным лейшманиозом. От животного к животному болезнь передает мелкое насекомое — москит флеботомус, обитающий в норах грызунов. По вечерам и ночью москиты вылетают из нор. Нападая на человека, они передают ему возбудителя болезни, и человек заболевает лейшманиозом.

Болеют песчанки и клещевым возвратным тифом. Спирохет — возбудителей этой болезни — переносят клещи орнитодорос. Эти клещи паразитируют не только на песчанках, но и на дикобразах, крысах, шакалах. Нападают они и на человека и могут заразить его возвратным тифом.

Чтобы предохранить себя в пустыне от кожного лейшманиоза, надо принимать меры защиты от москитов, а также от клещей и клещевого возвратного тифа. Место для ночевок следует выбирать вдали от обычных убежищ этих кровососов — пещер, скал, развалин зданий. Безопаснее всего ночевать на открытых возвышенных местах. Для защиты от москитов во время сна применяют пологи из рыболовной сети, обработанные репеллентом (ДЭТА, демитилфталатом и др.). Можно пользоваться также репеллентами, нанося их на кожу.

Насекомых и клещей, переносящих возбудителя болезни, разделяют на механических и специфических переносчиков. В теле механического переносчика болезнетворные микроорганизмы не размножаются и не переходят в другие стадии своего развития. Лишь некоторое время они живут на поверхности тела переносчика или в его ротовых органах. Например, слепни и мухи-жигалки механическим путем передают возбудителя сибирской язвы.

Комнатные мухи могут передавать механическим путем более 60 видов болезнетворных микроорганизмов, например возбудителей дизентерии, конъюнктивита, туберкулеза, холеры, рожи и др. Кроме того, они переносят яйца гельминтов и цисты болезнетворных простейших, обитающих в кишечнике человека. В кишечнике мухи содержится до 28 млн. бактерий. Садясь на пищевые продукты, посуду и другие предметы, мухи загрязняют их. Строение хоботка и ног мухи такое, что к ним легко пристают болезнетворные микроорганизмы. Мух обычно привлекают испражнения, рвотные массы, гной и другие выделения больных, в которых гнездятся возбудители всяческих болезней. С зараженных предметов мухи перелетают на пищу или на тело человека. Надо соблюдать чистоту в жилище и вокруг него. Для уничтожения мух в помещениях применяются различные инсектициды.

В организме специфического переносчика возбудители болезней размножаются и проходят часть своего жизненного цикла. Примером служит малярийный комар анофелес. Он не может заразить здорового человека сразу же после того, как напьется крови больного. Возбудитель малярии — малярийный плазмодий — одноклеточное простейшее животное. Попав в человеческое тело, возбудитель размножается, сначала поражая клетки печени, а затем красные кровяные тельца. В крови больного плазмодий принимает особую форму гаметоцита, способную размножаться половым путем. Когда комар сосет кровь больного малярией человека, в желудок комара попадают и гаметоциты. В организме комара возбудитель малярии проходит довольно сложный цикл развития. В конце этого цикла он принимает форму спорозоита.

Спорозоиты проникают в слюнные железы комара и оттуда в его хоботок. Когда зараженный комар сосет кровь здорового человека, спорозоиты проникают в его кровь, и плазмодий начинает новый цикл развития.

Возбудители некоторых болезней сохраняются в организме кровососущих клещей и насекомых очень долго. Возбудитель возвратного тифа живет в теле клеща орнитодорос более 13 лет, и все это время клещи способны заражать животных и человека. Некоторые возбудители болезней проникают в яйца насекомых и клещей и передаются их потомству. Передача возбудителей потомству свойственна многим видам клещей. Таким образом, некоторые виды насекомых и клещей — это не только переносчики, но и хранители, «резервуары» возбудителей болезней, Только зная условия жизни клещей и насекомых, вредящих здоровью человека, а также животных — переносчиков и хранителей возбудителей болезней, можно предохранить людей от заболеваний.

Животные—спутники человека

С самых древних времен человеку приходилось вступать в общение с окружающим его животным миром. Одних животных он добывал себе на пропитание, других уничтожал как опасных врагов и вредителей, а некоторых старался привлечь поближе к своему жилью или даже приручить. Так постепенно вокруг человеческого жилья и на возделываемых землях складывался свой, особый мир, состоящий из видов животных, которых мы по праву можем назвать спутниками человека.

Далеко не все из этих спутников — желательные соседи: многие из них вредят посевам или животноводству, наносят и другой ущерб хозяйству. От таких соседей подчас нелегко избавиться, и человек вынужден жить с ними бок о бок. Они поселяются в домах, устраивают свои норы в садах и огородах, живут на складах и в портах. Самые древние и самые вредные наши спутники — это грызуны: домовая мышь и серая крыса. Они поедают и портят посевы, запасы продуктов, а кроме того, разносят опасные для человека болезни. В таких крупнейших городах, как Нью-Йорк или Лондон, популяции серых крыс исчисляются миллионами особей. И это несмотря на то, что люди десятки лет стараются извести их ловушками, отравленными приманками и прочими способами. Сам того не желая, человек помог серым крысам и домовым мышам расселиться практически по всему земному шару: они безбилетными пассажирами путешествовали на океанских кораблях.

Подобным же образом расселились по всему свету насекомые, приспособившиеся к обитанию в человеческом жилье: клопы, блохи, рыжие и черные тараканы. Питаясь кровью человека или запасами его продуктов, они за многие века изменили свой облик и поведение в сравнении с их «дикими» родственниками.

Самые верные спутники человека — птицы. Куда бы ни отправились мы — в городской парк, в сад или на поля, везде мы услышим разноголосый щебет и пение наших пернатых друзей. Даже самый закоренелый городской житель просыпается утром под бодрое чириканье воробьев и мелодичное воркование голубей. Домовый воробей и сизый голубь живут в центре самых больших городов, среди каменных домов и асфальтированных улиц, где не могут существовать другие виды птиц. Этих верных своих спутников человек брал с собой в самые дальние путешествия и выпускал на новых местах как воспоминание об оставленной родине. Так воробьи и голуби попали на все материки земного шара. В новых местах воробьи, скворцы, голуби быстро расселились по обширным пространствам. Воробей стал широко распространенной птицей во многих странах Южной Америки. Так же хорошо прижился он и в Австралии.

Помимо этих наиболее тесно привязанных к человеку птиц на многие материки были завезены щеглы, зеленушки, черные дрозды, зяблики, жаворонки, овсянки.

Кроме певчих птиц в новые места обитания прибыли вместе с человеком и полезные охотничье-промысловые птицы и звери. Так, на Новую Зеландию привезли оленей, крякву, фазана, кеклика, канадскую казарку, виргинского перепела.

Когда птицы приучаются жить рядом с человеком в этих необычных условиях, их биология и поведение сильно меняются. Особенно интересны изменения в способах и местах гнездования. Дятлы, например, начинают долбить свои дупла в телеграфных столбах. На башнях, мачтах и столбах гнездятся аисты, горлицы, в поленницах, на складах древесины поселяются коноплянки и овсянки. В тундре были найдены гнезда трясогузок в консервных банках. Известны случаи гнездования черных дроздов в уличных светофорах. И нередко обнаруживают гнезда птиц в самолетах, поставленных на ремонт. Внутри самолетов строят свои гнезда воробьи, дрозды, галки.

К соседству с человеком приучаются и некоторые морские птицы, например серебристые чайки. В портовых городах Европы они уже не ищут корма в море, а бродят по улицам под ногами прохожих и «попрошайничают».

В городах птицам приходится менять свою привычную пищу. Сойки в городах Западной Европы за неимением желудей стали настоящими хищниками и охотятся на мелких певчих птиц и их птенцов. Совы-неясыти, известные мышеловы, в городах меняют свои привычки, включая в свое меню домовых воробьев и других птиц.

Некоторым птицам, живущим в больших городах, корма здесь явно не хватает, и они вынуждены с раннего утра вылетать за город — на поля, огороды, чтобы запастись едой, а к вечеру возвращаться на ночевку в город. Так поступают серые вороны, грачи, скворцы. А что же привлекает их в город? Здесь больше удобных мест для ночлега, да и спокойнее: в городе никто не вздумает на них охотиться. И еще важная причина: зимой в городе теплее, чем в лесу или в поле, здесь температура всегда на 2—3° выше. Поэтому некоторые перелетные птицы, привыкнув к городской жизни, становятся оседлыми и не улетают на зиму в южные широты.

Много птиц живут по соседству с человеком. И подавляющее большинство их оказывает нам боль-

Обыкновенные каменки устроили свое гнездо на стройплощадке в железобетонной плите. Их не пугает шумное соседство бульдозеров, самосвалов, кранов, рабочих. Это великолепный пример приспособления животных к городским условиям.

шую, подчас неоценимую помощь. Мелкие насекомоядные птицы без устали очищают парки, сады и огороды от многочисленных насекомых-вредителей. Здесь пальма первенства принадлежит синицам, горихвосткам, зарянкам, мухоловкам-пеструшкам (см. ст. «Пернатые друзья»).

Не менее важна роль хищных птиц. Ночные хищники — совы, сычи активно охотятся на вредных грызунов, а днем их сменяют дневные хищные птицы — канюки, луни, мелкие соколы. Пустельга кроме грызунов не прочь полакомиться и саранчовыми, которых легко найти на любом поле в степной зоне. Подавляющее большинство хищных птиц чрезвычайно полезно, но, к сожалению, их польза была оценена лишь сравнительно недавно. Еще и сейчас в некоторых странах хищных птиц преследуют и уничтожают. Дурную репутацию всем хищным птицам создали в основном болотный лунь и ястреб-тетеревятник — они иногда нападают на уток или на домашних кур. Но вред, причиняемый этими двумя видами хищных птиц, не идет ни в какое сравнение с пользой, приносимой остальными хищными птицами. Поэтому в нашей стране отменены всякие премии за отстрел хищных птиц и, наоборот, введены даже штрафы за убитую хищную птицу.

Некоторые зерноядные птицы в период созревания посевов могут наносить существенный ущерб урожаю. В ряде районов Средней Азии приходится вести борьбу с испанским воробьем, поедающим пшеницу; в странах Юго-Восточной Азии большой вред посевам риса причиняют полевые воробьи.

Домовый воробей, наш самый близкий и постоянный сосед, в большинстве мест оказывается птицей очень полезной. В городах, где нет посевов зерновых, он вынужден искать другой корм и охотиться на насекомых-вредителей. В центральных городских кварталах, где почти нет других птиц, домовый воробей — главный защитник зеленых насаждений.

Помимо практической пользы, которую приносят живущие вокруг нас птицы, они имеют еще не менее важное эстетическое значение. Своим мелодичным пением, красотой оперения, живым и веселым нравом птицы доставляют людям искреннюю радость, пробуждают любовь и интерес к природе. Ведь с каким нетерпением ждем мы весной прилета грачей, хотим увидеть скворца у приготовленного нами скворечника и услышать над весенними полями первую звонкую трель жаворонка!

В большинстве случаев птицы находят в соседстве с человеком обилие кормов и безопасность. Но так бывает не всегда. Часто человек губит сотни и тысячи птиц, даже не желая этого. Например, при опылении полей и парковых насаждений ядохимикатами птицы, наевшись отравленных насекомых, тоже погибают. Так вместе с вредителями исчезают иногда и полезные наши спутники. Поэтому сейчас шире применяются другие, биологические, методы борьбы с вредными насекомыми. Важную роль здесь играют птицы. Ведь насекомоядные птицы поедают в 5—10 раз больше вредных насекомых, чем полезных. Одна только пара мухоловок-пеструшек за период выращивания птенцов истребляет около 1400 вредных насекомых, а пара больших синиц — больше 2 тыс.

Причиной гибели птиц часто оказываются и обработанные химикатами семена или гербициды — вещества, применяемые для борьбы с сорняками. В промышленных городах с сильно загрязненным воздухом птицы иногда гибнут от недостатка кислорода. В одном заводском городке Англии после безветренной погоды, когда ядовитый дым из фабричных труб скопился над городом, на улицах обнаружили несколько сотен задохнувшихся скворцов.

А сколько животных гибнет на дорогах, особенно в последние годы, когда скорости автомобилей значительно возросли! Много мелких животных — лягушек, ящериц, змей — попадают под колеса, часто не успевают взлететь перед машиной птицы, гибнет много зайцев, кроликов, иногда и крупные животные — олени, антилопы и др.

Если в городах умеренных широт основную массу животного населения составляют птицы, то в тропи-

ческих широтах на улицах городов и внутри зданий можно часто видеть различных ящериц — гекконов, агам, сцинков, радующих глаз яркой окраской, стремительными движениями. Все эти мелкие пресмыкающиеся также очень полезны, они уничтожают много вредных насекомых.

Один из постоянных, хотя и незаметных, наших спутников — зеленая жаба. Это безобидное и полезное земноводное далеко расселилось на север по возделанным землям и продвинулось в глубь жарких пустынь по каналам, построенным человеком. Во многих городах Средней Азии вечерами слышны мелодичные трели зеленой жабы, доносящиеся из арыков.

Много тысячелетий человек разводит домашних животных. Ему удалось создать самые различные породы овец, коз, коров, лошадей, приспособленные к разным природным условиям (см. т. 6 ДЭ). Но круг этих полезных видов животных можно значительно расширить. Для чего, спросите вы. Вот только один пример. Домашние животные, привезенные из Европы в Африку, плохо переносят тропический климат, болеют сонной болезнью, нередко отравляются, поедая ядовитые тропические растения, и им «не по желудку» многие злаки африканских саванн. Что же, отказаться от животноводства в тропической Африке? Нет, есть другой выход — найти среди диких африканских копытных такие виды, которые могут стать полудомашними, и выпасать их на обширных пространствах саванн. Ведь они привычны к местному климату и растительности, многие из них вовсе не болеют сонной болезнью. В последние годы в Африке появляется все больше ферм, где пасут гну, зебр, канн, бубалов и других антилоп, даже жирафов.

На других материках нет такого обилия копытных животных, как в Африке, но везде люди ищут новые ресурсы среди диких животных. Даже в Австралии, где крупные млекопитающие представлены лишь несколькими видами кенгуру, тоже ведутся поиски в этом направлении. На землях, которые овцы не могут эффективно использовать, сейчас начали разводить больших рыжих и серых кенгуру. Эти животные не наносят такого ущерба растительному покрову пустынь, как овцы, и становятся важным объектом животноводства.

Окраска и подражание у животных

Разнообразна, а нередко и очень красива окраска многих животных. Нельзя не залюбоваться яркими бабочками или удивительной расцветкой оперения птиц. Однако большинство животных окрашено скромно. Какое же значение имеет окраска в жизни животных? Почему многие попугаи окрашены в яркие цвета? Почему у тигра на шкуре желтые и темные полосы, а у другого хищника из семейства кошек — льва однотонный желтовато-серый цвет шерсти? Почему при всем многообразии животных в природе особи одного и того же вида имеют одинаковую окраску или лишь очень незначительно отличаются друг от друга? Очевидно, характер окраски имеет определенное биологическое значение в жизни того или иного вида.

Немало животных имеют зеленую, желтовато-зеленую или буро-зеленую окраску. Они обитают среди луговых растений или скрываются в зеленой листве деревьев и очень мало заметны в окружающей их среде. Таково, например, большинство видов кузнечиков и других насекомых луга, древесных змей тропических лесов, различных видов лягушек и ящериц. Совсем иначе выглядят животные пустыни. Они, как правило, окрашены в песочно-серые и бурые цвета. Достаточно вспомнить окраску верблюдов — «кораблей пустыни». В цвета пустыни окрашены многие грызуны, птицы, змеи и ящерицы. Такую окраску называют *покровительственной* или, правильнее, *скрывающей*. Благодаря ей животные не заметны для хищников. Но скрывающая окраска свойственна также и многим сильным хищникам. Вряд ли льву защитная окраска нужна для спасения от врагов. Скрывающая окраска облегчает ему охоту, позволяет незаметно подкрасться и внезапно овладеть добычей.

Немало животных, имеющих скрывающую окраску, меняют ее посезонно. Это преимущественно животные северной зоны и северной части умеренной зоны. У песца в тундре зимний белый наряд сменяется летом на темный, буроватый. Подобная смена окраски происходит и у грызунов, например леммингов. Зимний белый мех зайца-беляка сменяется на лето буровато-серым мехом. Обыкновенная белка летом покрыта рыжей шерстью, а на зиму одевается в светло-серую шубку, помогающую ей слиться с красками зимнего пейзажа. Сезонная смена скры-

вающей окраски — еще одно подтверждение ее приспособительного значения.

Военные сооружения, машины, орудия и другие предметы, которые надо скрыть, часто окрашивают беспорядочным сочетанием темных и светлых полос и пятен. Подобная окраска выгодна тем, что она скрадывает форму и очертания танка или сооружения, как бы расчленяет его на части и потому прекрасно маскирует. Этот принцип *расчленяющей* окраски человек заимствовал из природы. Ведь мы хорошо знаем, что подобную окраску имеют многие животные, например тигры. Охотники и натуралисты, наблюдавшие этих хищников в уссурийской тайге или в джунглях юга Азии, рассказывают, что тигра очень трудно заметить среди зарослей как раз благодаря темным и желтым полосам на теле. Такая окраска дает возможность тигру близко подкрадываться к своей жертве. У некоторых других хищников из семейства кошачьих не полосатая, а пятнистая расцветка. Так, у южноамериканского ягуара по желтой шерсти разбросаны черные пятна. Это тоже расчленяющая окраска.

Одна из обыкновенных бабочек — углокрыльница С-белое названа так потому, что на изнанке ее крыльев есть белое пятнышко, похожее на букву С. Верхняя сторона ее крыльев оранжевая с черными пятнами, на изнанке же крыльев не однотонная защитная окраска, а сложный расчленяющий рисунок. Поэтому бабочка, сидящая со сложенными крыльями среди сухих листьев, становится незаметной.

У некоторых рыб расцветка чрезвычайно причудлива: по светлому фону темные вертикальные полосы. Одну из таких рыб — птерофиллум скаляре — часто разводят в аквариумах. Ее родина — Южная Америка. В нормально освещенном аквариуме среди водных растений заметить рыбку сверху трудно — ее плоское тело как бы разделено на части темными полосами.

Расчленяющая окраска лучше скрывает животное при передвижении в различно окрашенной среде.

Еще интереснее животные, которые при изменении окраски среды могут *менять* окраску своего тела. Окраска среды меняется при передвижении животного и при различных стихийных явлениях. Одни животные способны в таких случаях быстро изменять окраску, другие — медленно. Опыты некоторых ученых показали, что гусеницы большинства бабочек (крапивницы, капустницы и др.) изменяют окраску в зависимости от фона окружающей среды и при окукливании получаются различно окрашенные куколки. Очень быстро также изменяет окраску промысловая морская рыба камбала. Она много времени проводит на дне, лежа на боку. С боков ее тело сильно сплющено. Сторона, на которой камбала лежит, имеет светлую окраску; другая, обращенная кверху, чаще всего зеленовато-серая с коричневыми пятнами. Камбала со сравнительно темной окраской, перемещенная на светлый песок, за несколько минут приобретает почти неотличимую от цвета песчаного грунта светлую однотонную окраску.

Изменение окраски наблюдается у многих других рыб. Изменяет окраску и наш обыкновенный золотистый карась. Однако по сравнению с камбалой процесс изменения окраски происходит у них значительно медленнее, обычно за несколько часов или даже дней. Исключительно быстро изменяют окраску различные рыбы, живущие среди коралловых рифов. «Заросли» кораллов представляют собой многоцветный и яркий фон. Быстро передвигаясь среди кораллов, рыбки мгновенно и многократно меняют свою тоже яркую окраску.

Сравнительно быстро способны изменять окраску также некоторые ящерицы. Хамелеон — древесное ящерицеобразное пресмыкающееся Африки — хорошо приспособлен к жизни на деревьях. Защитой ему служит быстро изменяющаяся скрывающая окраска: то светло-, то темно-зеленая, то желтая, то бурая — в зависимости от окружающей среды. Впрочем, хамелеон защищается еще и другим способом. При сильном раздражении или испуге он быстро становится почти черным или красным и тело его сильно раздувается. Он широко раскрывает пасть и шипит, точно змея.

Изменение окраски животных объясняется тем, что в их коже есть особые клетки, в которых находятся зернышки различных пигментов (веществ, окрашенных в различные цвета). Такие клетки могут быть с черным, желтым, бурым пигментом. Пигментные клетки способны изменять форму: они то становятся плоскими и поверхность их увеличивается, то образуют отростки, то, наоборот, сжимаются в комочек. При быстром изменении окраски внешней среды, воспринятом зрением животного, одни клетки в его коже прикрывают другие и в разных сочетаниях дают различную окраску кожи. Если у животного перерезать зрительные нервы, то оно перестает изменять свою окраску.

У млекопитающих и птиц окраска зависит от пигментов, находящихся в волосе или пере. У птиц еще имеет значение и структура пера. Изменение окраски у этих животных возможно только при линьке.

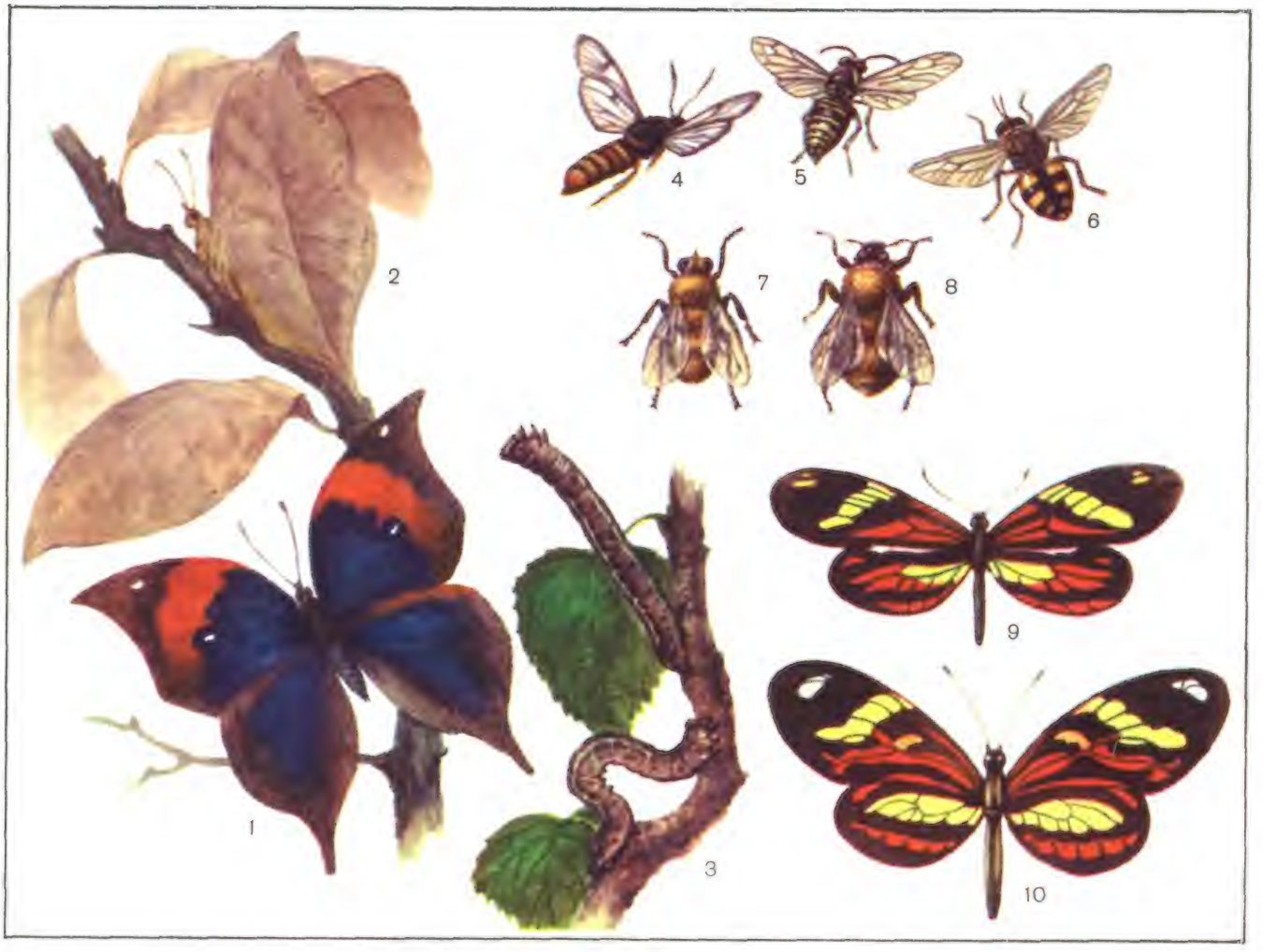
Есть немало животных, которые похожи своим внешним видом и формой на различные предметы окружающей среды: листья, сучки, кору деревьев и растущие на ней лишайники, даже на птичий помет

Оперение куропатки сливается с окружающим фоном.

Выпь трудно заметить в камышах.

У этих рыб, обитающих в коралловых рифах, расчленяющая окраска.

Яркая окраска божьей коровки предупреждает: не тронь меня!



Обманчивое сходство: *1* — тропическая бабочка каллима с развернутыми крыльями; *2* — она же со сложенными крыльями; *3* — гусеницы бабочки пяденицы ивовой. Подражательное сходство: *4* — бабочка стеклянница шершневидная; *5* — шершень; *6* — муха-осовидка; *7* — муха-журчалка; *8* — шмель кустарниковый; *9* — съедобная для птиц бабочка из семейства белянок; *10* — несъедобная для птиц бабочка-геликонда.

и т. п. Особенно часто это наблюдается у насекомых. Например, палочник необычайно похож на сучок. Многие бабочки, когда они сидят со сложенными крыльями, сливаются с листьями или корой деревьев. У некоторых бабочек сходство крыла с листьями по форме и рисунку просто поразительно. Крупная тропическая бабочка каллима, живущая на юге Азии (Индия, Индонезия), в полете обращает на себя внимание довольно яркой окраской крыльев. Но та же бабочка, сидящая среди листьев, совершенно от них неотличима. Форма и окраска ее крыльев, даже имитация системы жилок полностью соответствуют листьям деревьев, на которые обычно садятся каллимы.

Окраска может играть и совсем иную роль. На лугах и лесных полянах часто встречаются неторопливые бабочки-пестрянки. У них темные крылышки с ярко-красными пятнами. Бабочки хорошо заметны и в полете, и когда присаживаются на цветки. На старых пнях в лесу часто вы увидите большие скопления клопов-солдатиков, красных с черным рисунком. Эти насекомые тем более заметны, что сидят на пнях не в одиночку, а целыми «стадами». Широкоизвестных полезных жучков — божьих коровок — много видов, и все они заметной, яркой расцветки. Так же заметны своей яркой окраской гусеницы многих бабочек.

Таких примеров можно привести немало. Животные с яркой окраской, как правило, не прячутся. Все дело в том, что эти животные несъедобны, например, для птиц, питающихся насекомыми; они ядовиты или противны на вкус. Возьмите в руки божью коровку — у жучка на местах сочленения ножек появляются капельки жидкости, издающей

едкий запах. Защитная яркая окраска предупреждает, что этих животных нельзя есть. Птица, раздругой схватив клювом такое яркоокрашенное насекомое, бросит его и уже больше никогда не будет к нему прикасаться. Это значит, что у птицы быстро вырабатывается условный рефлекс на яркую окраску. Таким образом, божьи коровки, клопы-солдатики и другие насекомые защищаются тем, что они неприятны на вкус или ядовиты, а их окраска *предостерегает* птиц.

Мы уже знаем, что часто животным служит защитой подражание разным предметам в форме и окраске. Еще более интересно, когда один вид животных подражает другому многими внешними признаками. Подобные факты впервые были открыты английским зоологом Бэтсом в 1862 г. на берегах Амазонки. Изучая бабочек во время путешествия в тропиках Южной Америки, Бэтс обнаружил, что два вида бабочек, принадлежащих к различным семействам, поразительно похожи друг на друга размером, формой и окраской. Оказалось, что оба эти вида живут в одной и той же местности и летают в одно и то же время года. Один из двух сходных видов более многочислен. Исследование показало, что бабочки этого вида неприятны на вкус, т. е. несъедобны. Значит, их яркая, хорошо заметная окраска может быть отнесена к предостерегающей. У бабочек другого, менее многочисленного вида такая же окраска, но эти бабочки вполне съедобны. Бэтс первый высказал предположение, что съедобный вид *подражает* несъедобному. Сходство с бабочками несъедобного вида служит ему защитой.

В наших лесах часто встречаются бабочки-стеклянницы. У них совершенно прозрачные крылья. Форма и окраска брюшка делают бабочку очень похожей на осу: на брюшке у нее чередуются черные и ярко-желтые полосы. Поэтому стеклянницу, похожую на осу, называют стеклянницей-осовидкой. Осы — жалящие, хорошо защищенные, несъедобные насекомые. Подражающая им стеклянница — съедобная, беззащитная бабочка.

Мухи, из числа тех, которые посещают цветки, также подражают ядоносным перепончатокрылым насекомым. Есть мухи, подражающие шмелям, а муха-пчеловидка, как видно из ее названия, подражает пчеле.

Большое значение имеет также *распознавательная* окраска в виде заметных издали пятен или рисунка. Она особенно характерна для сходных млекопитающих, например газелей, антилоп. Благодаря ей животные одного вида распознают друг друга. Распознавательная окраска встречается и у птиц, особенно у тех, которые совершают дальние перелеты. Имеет она значение также и в период размножения животных.

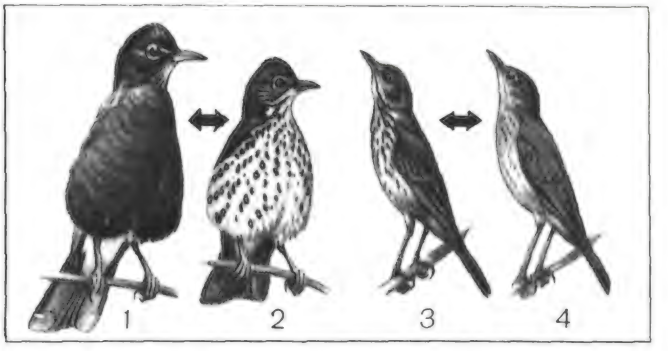
Разнообразная окраска и форма животных — это результат естественного отбора, борьбы за жизнь. Благодаря им вид сохраняет свое существование.

Этология — наука о поведении животных

Желто-серые, выжженные солнцем холмы южного Узбекистана, поросшие редкой сухой травой и кустиками пепельно-зеленой полыни. День необычный для полупустыни: моросит холодный дождь, и местность выглядит безжизненной. Внезапно словно сама почва приходит в движение. Тут и там копошатся на земле странные насекомые — крупные, величиной с рыжего таракана, большеголовые, с длинными прозрачными крыльями, плоско сложенными над мягким светло-желтым брюшком. Это довольно редкое явление — массовый вылет термитов, которые большую часть своей жизни проводят глубоко под землей. Лишь раз в году половозрелые самцы и самки, выкормленные в подземелье слепыми и бескрылыми рабочими особями под охраной «солдат», выходят на поверхность, чтобы разлететься в разные стороны, найти себе брачного партнера и в паре с ним обосновать новые подземные колонии. Но теперь немногим суждено выполнить это — срок вылета насекомых неудачно совпал с холодным моросящим дождем. Влажные крылья не могут поднять в воздух охлажденное тельце. Насекомые беспомощно подпрыгивают на сантиметр-другой вверх и неуклюже падают на спину.

Между копошащимися на песке термитами уже снуют крупные муравьи-фаэтоны, на высоких ногах, с мощными челюстями, с воинственно задранным кверху брюшком. Поведение муравьев свидетельствует о том, что они не в состоянии обнаружить жертву с расстояния в несколько сантиметров при помощи зрения или по запаху. Но скорость беспорядочного движения хищников сама по себе гарантирует успешную охоту. Вот один из муравьев наткнулся на термита. Жертва вчетверо крупнее охот-

Изучая поведение американских дроздов, ученые обнаружили, что наиболее похожие по размерам и по окраске лесной дрозд (*2*) и дрозд-отшельник (*3*) вовсе не близкие родственники. Лесной дрозд гораздо ближе к странствующему дрозду (*1*), а дрозд-отшельник — к бурому (*4*). Об этом свидетельствуют позы самцов, которые они принимают при встречах с соперниками.



ника, но это не спасет ее. Муравей хватает термита за мягкие крылья, словно за шлейф платья и, постепенно перебирая челюстями, добирается до его головы. Подоспевает второй фаэтон, и оба муравья тащат свою жертву в разные стороны, чуть ли не раздирая ее на части.

Одному из термитов удается миновать встречи с муравьями, и он кое-как, где ползком, а где неловкими прыжками, добирается до кустика полыни. Внезапно кончик стебля оживает: маленький серый паучок, до этого совершенно незаметный, падает сверху на термита и одним уколом челюстей в голову умерщвляет его. Еще один хищник надолго обеспечен пищей.

Этот эпизод, выхваченный из повседневной жизни далеко не самых сложных существ, показывает, насколько многообразно и порой противоречиво поведение животных. Их действия иногда кажутся нам достаточно разумными, например мгновенная реакция паука на появление беззащитного термита, иногда — совершенно нелепыми. Действительно, что заставило термитов вылезти из норки в самый неблагоприятный для этого момент? Ведь уже через несколько часов сияло солнце, и насекомым нужно было лишь немного повременить с выходом на поверхность.

Подобные наблюдения порождают множество вопросов. Почему термиты и муравьи живут сообществами, подразделенными на касты, а пауки — поодиночке? Как муравей, не способный обнаружить термита на расстоянии, узнает, что жертва где-то поблизости, и разыскивает ее с упорством охотничьей собаки? Как хищник ориентируется в строении тела своей добычи и почему он стремится добраться до ее головы — места наиболее уязвимого? Почему два фаэтона, вместо того чтобы сразу совместными усилиями доставить умерщвленного термита в муравейник, тянут его в разные стороны, мешая тем самым своей общей цели?

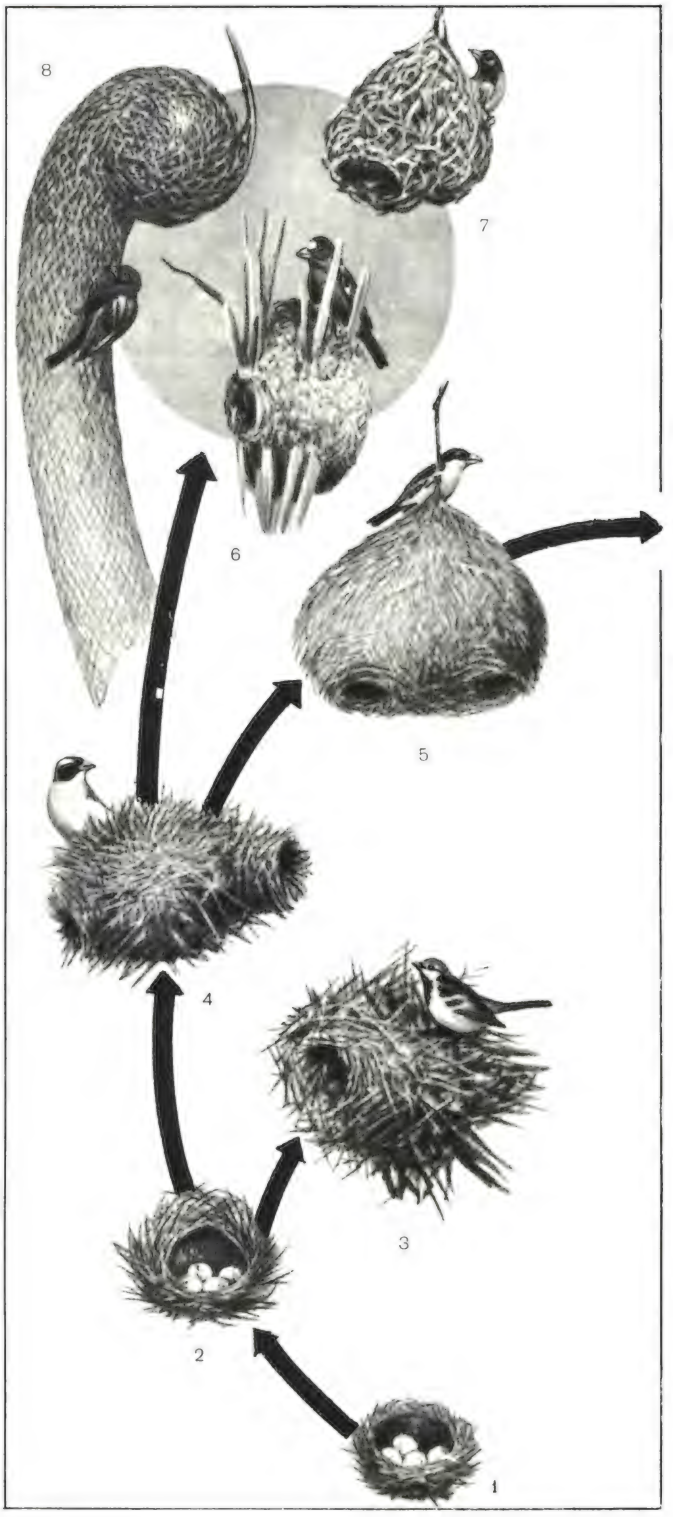
Ответы на эти и многие другие вопросы ищет и находит специальная наука — *этология*. Она родилась в 30-х годах нашего века, когда австрийский ученый К. Лоренц опубликовал в Германии свои первые статьи об инстинкте животных и его изучении. Голландский исследователь Н. Тинберген изложил основы этологии в книге «Изучение инстинкта». Сходные взгляды высказывал еще в начале века русский ученый В. А. Вагнер.

Что же обозначает название «этология»? Оно происходит от двух греческих слов: «этос» — характер и «логос» — наука. Изучая поведение животных, этологи концентрируют основное свое внимание на генетических, наследственно закрепленных его особенностях. Эти особенности характерны для того или иного вида и, таким образом, служат отличительными признаками вида. Отсюда и название науки.

У птиц родители не учат своих потомков строить гнезда. Однако молодые птицы разных видов, приступая к постройке гнезда, делают это по-разному. Береговая ласточка устраивает гнезда в норах, в глинистых обрывах, а деревенская — под крышами строений. Можно сказать, что поведение птиц определяется инстинктом. Но инстинкт — это лишь самый общий план поведения, генетически заложенный в организме от рождения. Осуществление этого плана возможно лишь в реальных условиях внешней среды и под ее воздействием. Приступая к постройке гнезда, береговая ласточка выбирает не любую попавшуюся ей норку, а по возможности наиболее глубокую. Если такой нет, птица сама углубляет норку. Постепенно происходит обучение, и старая ласточка более искушена в выборе места и в искусстве гнездования, чем ее молодые сородичи. Однако, если нет обрывов с норами в них, береговая ласточка не будет гнездиться под крышей, как это делают родственные ей виды. Она или вообще не станет строить гнездо, или улетит в другое место.

Чем же занимается современная этология? Во-первых, этология стремится разложить сложные формы поведения животных на элементы врожденные (генетические) и приобретенные. Во-вторых, этологов интересует, каким образом организм, поведение которого в той или иной мере запрограммировано от рождения, взаимодействует с реальной внешней средой. В-третьих, они исследуют все многообразие способов общения и взаимодействия между животными одного или разных видов. В-четвертых, они занимаются вопросами эволюции поведения. Изучая поведение живых существ во всем его многообразии, этологи идут рука об руку с генетиками, экологами, физиологами и представителями других наук.

Долгое время считалось, что каждое действие животного — это простой и однозначный ответ на внеш-



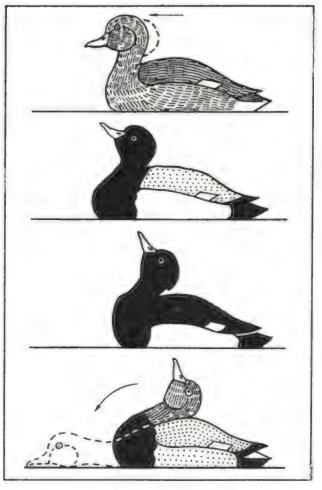
Эволюция гнездостроительного поведения у ткачиковых: ***1*** **— примитивное открытое гнездо далеких предков ткачиковых;** ***2*** **— гнездо с полукрышей, лучше защищающее яйца и насиживающую самку от дождя и хищников;** ***3*** **— гнездо нашего домового воробья: шаровидная постройка с крышей и одним входом;** ***4*** **— закрытое гнездо коричневоголового ткачика с двумя входами;** ***5*** **— подвешенное гнездо черноголового общественного ткачика с двумя входами, второй вход обеспечивает бóльшую безопасность для насиживающей самки;** ***6, 7, 8*** **— гнезда толстоклювого, пятнистого и кассинова ткачиков самые надежные и прочные, так как травинки, из которых они сделаны, не просто переплетены, а завязаны узлами.** ***Справа*** **— огромное совместное «гнездо» общественных ткачиков, это уже целый «город». В такой колонии живет до 300 пар, каждая из которых имеет собственную гнездовую камеру под общим сводом.**

ний раздражитель, или *стимул*, будь то пища, соперник или брачный партнер. Оказалось, что дело обстоит значительно сложнее. На основе очень большого фактического материала, собранного путем наблюдений за дикими животными в естественной обстановке и экспериментального изучения их в лабораториях, этологи выработали новые взгляды на взаимодействие животного с внешней средой.

Из практически бесконечного спектра сигналов, поступающих из внешней среды, органы чувств и нервная система животного отбирают лишь немногие. Поведение животного и есть сложный комплекс реакций на эти отобранные стимулы. И сам набор отфильтрованных, существенных для животного, «ключевых» стимулов, и строящееся во взаимодействии с ними поведение не одинаковы в разное время.

Возьмем недавно вылупившегося птенца славки и положим его на землю в метре-другом от гнезда. Зрение взрослой славки таково, что она замечает муху с расстояния 20—30 м. Птица не может не видеть своего птенца, который к тому же вскоре начинает пищать от голода и разевать ярко-желтый зев. И тем не менее мать не станет кормить его. В этот период птенцы существуют для славки лишь в комплексе с гнездом. Желтый раскрытый зев — стимул, в высшей степени важный для птицы, но лишь тогда, когда этот зев, подобно цветку, вырастает над краем гнезда. Птенец вне гнезда — это, строго говоря, вообще не стимул, он не вызовет у птицы никакого интереса, никакой ответной реакции. Но повторим тот же опыт десять дней спустя, когда птенцы уже хорошо оперились. Теперь славка с равной охотой будет кормить не только птенцов, которых мы оставим в гнезде, но и тех, которых мы вынем и посадим в густую траву. Птица легко найдет их по голосу. Разгадка состоит в том, что подходит время вылета птенцов и теперь птенец воспринимается матерью уже вне связи с гнездом. Само же гнездо через несколько дней совершенно утратит значение существенного стимула.

А вот другой пример. У каменок, как и у некоторых других птиц, после постройки гнезда проходит до полутора недель, прежде чем самка начинает откладывать яйца. В конце этого промежуточного периода самец крайне возбужден и часто совершает перед самкой сложные, поражающие своей красотой брачные танцы. Когда самка начинает насиживать кладку, самец еще несколько дней стремится к ее обществу. В это время иногда можно видеть, как он проделывает свой танец перед птицами других видов (безразлично, самцами или самками), а то и просто перед куском желто-серой глины.



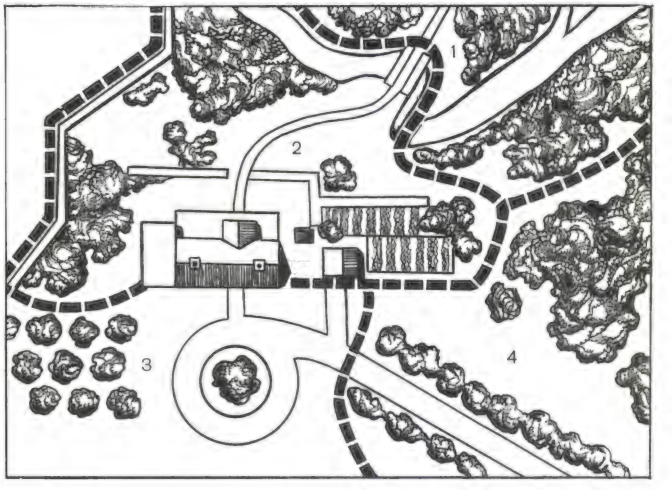
Эволюционное происхождение сложных ритуалов из простых телодвижений. Здесь изображены элементы поведения селезней четырех видов уток, ухаживающих за своими самками *(сверху вниз)*: у белоглазого нырка это движение очень несложное — самец лишь слегка отводит голову назад, как делают все утки, когда плавают; селезень морской чернети, отводя голову назад, запрокидывает ее кверху; это движение становится еще более выразительным у хохлатой чернети; наконец, селезень красноголового нырка не только запрокидывает голову на спину, но вслед за этим опускает голову на вытянутой шее на поверхность воды.

Подобные факты (а их известно множество) натолкнули этологов на мысль, что реакция животного на внешний стимул зависит в огромной степени от внутреннего настроя животного, от его *внутренних мотиваций*. Простейший пример мотивационного состояния — чувство голода. Если животное сыто, оно не заинтересуется даже самым лакомым кормом. Проголодавшись, оно начинает разыскивать добычу и делает это тем упорнее, чем сильнее его «аппетит». Это стадия поискового, или аппетентного, поведения, которое направлено на отыскание стимула, отвечающего данному мотивационному состоянию. Как только искомый стимул появляется, он словно открывает шлюз, сдерживавший проявление инстинктивного действия (в данном случае нападение на добычу).

Но если необходимый стимул не появляется достаточно долго, внутренняя мотивация продолжает непрерывно усиливаться, и тогда заключительный акт может произойти и в отсутствие стимула, при появлении какого-либо его суррогата (заменителя). Таким суррогатом и является для самца каменки кусок серой глины. Иногда, при самом высоком уровне мотивации, заключительный инстинктивный акт «выплескивается в пустоту», т. е. совершается вообще без какого-либо внешнего побудителя. Например, можно видеть, как самец каменки, по тем или иным причинам оставшийся без подруги, бегает в одиночестве по скале и вдруг совершает полный брачный танец с типичным для него звуковым сопровождением.

Инстинктивный акт нередко машинообразен и совершается «до конца». Поэтому термиты, которых инстинкт расселения толкает к вылету, не могут вернуться назад в безопасное подземелье, даже если они обречены на гибель от холода и хищников.

Территории четырех пар зарянок, живущих в саду бок о бок с человеком. Каждый самец прекрасно знает границы своей территории (обозначенные пунктиром) и всеми силами охраняет их от вторжения соседей.



Внешние проявления инстинктивной деятельности не только машинообразны, но и цикличны. Так, самцу каменки после очередного танца необходимо некоторое время, чтобы новый танец мог состояться.

Мы уже говорили о том, что для каждого вида животных характерны строго определенные формы инстинктивных действий. Например, разные виды одиночных ос заготовляют в качестве пищи для своих личинок различных насекомых. Они парализуют их уколом жала в нервные центры и доставляют в норки, выкопанные ранее. Оса церцерис охотится исключительно на жуков-златок, филантус — на пчел, сфекс — на сверчков и кобылок, аммофила — на гусениц бабочек, помпил — на пауков. Оса-охотник должна парализовать жертву, но не убить ее, иначе запас пищи испортится до того, как личинка осы приступит к своей трапезе. Поскольку анатомия гусеницы и паука, жука и пчелы совершенно различна, то и способы парализации жертвы должны быть не одинаковы у различных видов ос. Следовательно, не одинаковы и инстинкты, которые лежат в основе такого сложного поведения этих животных.

Особенно строги и постоянны межвидовые различия в способах сигнализации, при помощи которой особи одного вида общаются между собой и достигают взаимопонимания. Этой цели служат звуковая сигнализация и ритуальное демонстративное поведение, т. е. строгая последовательность определенных телодвижений. *Ритуалами* этологи называют такие формы поведения, которые играют роль «языка» и помогают животным одного вида общаться и понимать друг друга. В процессе эволюции ритуалы развиваются из повседневных, простых телодвижений.

Первой задачей этологов было описать инстинктивное поведение по возможности большего числа видов животных. Не прошло и двух десятилетий, как быстро растущий лагерь приверженцев молодой науки собрал огромный, поразительный по своему многообразию и удивительный по содержанию материал. Перед человеком предстал яркий, фантастический мир, точнее сотни и тысячи самостоятельных миров, каждый из которых соответствует определенному виду животных, с его собственными законами жизни и общения, непонятными представителям других миров, существующих тут же, бок о бок. Перед этологией возникла задача систематизировать это море разрозненных и подчас противоречивых фактов, установить преемственность и взаимосвязи между отдельными «видовыми мирами». Так на базе дарвиновской теории эволюции возникла *сравнительная этология*, цель которой — уяснить эволюционное происхождение и развитие инстинктивного поведения.

Если сравнить кости скелета крыла птицы и летучей мыши, передней ноги лягушки, ящерицы и собаки, плавника кита, можно найти в их строении общие черты и проследить их эволюцию. Оказалось, что так же можно сравнивать и поведение животных разных видов, если оно достаточно тщательно описано. В ритуалах родственных видов можно обнаружить такие же сопоставимые элементы, как плечевая или локтевая кость в скелете передних конечностей тритона, ястреба и мыши. И элементы эти лишь частично изменяются от вида к виду, что позволяет при их сравнении восстановить примерную картину путей эволюции поведения. Выяснилось также, что некоторые формы поведения часто гораздо более стойко сохраняются в ходе эволюции, чем те или иные черты внешнего строения — окраска, пропорции тела и пр. Поэтому можно использовать признаки поведения для уточнения родственных связей между видами.

Итак, каждый вид животных располагает своим, более или менее сложным, *генетически фиксированным сигнальным кодом*. При помощи этого кода поддерживается взаимопонимание и согласованность поведения отдельных особей. В результате животные данного вида, живущие бок о бок в своем естественном окружении, объединены сложными и многообразными связями не только с внешней средой, но и друг с другом. Каждая такая естественная группировка животных представляет собой определенным образом организованную, саморегулирующуюся систему. Способы организации могут быть не одинаковы у сравнительно близких по происхождению видов, но в то же время мы нередко обнаруживаем большое сходство в организации у видов весьма далеких. Различия в организации касаются прежде

Организация лежбища у морских слонов (ушастые тюлени). Самые старые и сильные самцы, занимающие высшие ступени иерархической лестницы, обосновались в центре лежбища, где держатся и все самки с детенышами. Более молодые и слабые, «подчиненные» самцы и годовалые животные лежат по краям лежбища.
Условные обозначения:
● старые самцы;
○◉ «подчиненные» самцы; самки;
годовалые животные;
детеныши.

всего способов использования жизненного пространства и форм семейных отношений.

У некоторых насекомых (сверчки, стрекозы), у большинства видов птиц и у немногих млекопитающих (белка, лисица и др.) каждый индивидуум длительное время живет на определенном участке, границы которого он всеми силами защищает от других особей своего же вида. Такой защищаемый индивидуальный участок принято называть *территорией*, а животных, защищающих ее,— *территориальными*. Представители многих видов земноводных, пресмыкающихся (например, многих ящериц) и млекопитающих также придерживаются собственных участков, но не защищают их границы. В тех местах, где эти незащищаемые участки обитания отдельных особей налегают друг на друга, их хозяева обычно пассивно избегают взаимных встреч. Оба эти способа использования жизненного пространства, с одной стороны, служат для уменьшения конкуренции между животными одного вида из-за пищи, убежищ, брачного партнера. С другой стороны, они благоприятствуют выживанию наиболее приспособленных животных. Менее приспособленным не удается удержать за собой индивидуальный участок, они не размножаются, и так предотвращается перенаселение.

Некоторые виды насекомых (термиты, общественные осы и пчелы, муравьи), птиц (дикие куры) и многие виды млекопитающих (тюлени, копытные, обезьяны) живут организованными *сообществами*. Каждое сообщество занимает или собственную территорию, или участок обитания. В последнем случае два сообщества, участки которых налегают друг на друга, стараются во время кочевок избегать встреч.

Взаимоотношения особей внутри сообщества регулируются на основе разделения труда (например, между кастами у общественных насекомых) и системы иерархии. Суть последней состоит в том, что каждое животное по опыту знает свое место в сообществе и старается «не перечить» более «высокопоставленным» членам объединения.

Разным способам использования жизненного пространства соответствуют и неодинаковые формы семейных отношений. Виды территориальные обычно придерживаются единобрачия, или *моногамии* (на один сезон размножения или же на несколько последовательных сезонов). Жизнь сообществами, как правило, приводит к *полигамии*. Например, у большинства копытных животных — диких коз, баранов, свиней, оленей и антилоп — обычно образуются на сезон размножения временные гаремы, в каждом из которых господствует сильный самец. При нем держится от 2 до 20 самок. После сезона размножения гаремы распадаются, все самки объединяются в самочьи стада, а почти все самцы — в самцовые. Лишь некоторые наиболее сильные самцы переходят к одиночному образу жизни.

Сейчас этология интенсивно развивается во многих странах. Советские ученые исследуют в этологическом плане поведение китообразных и других млекопитающих (копытных, грызунов), а также птиц. Большое внимание уделяется изучению звуковой сигнализации у птиц, летучих мышей, дельфинов и др. Этология достигла уже больших успехов в познании живой природы, но впереди еще много тайн.

Приручение и дрессировка животных

Поймав дикое животное, человек постепенно добивается того, что оно перестает бояться его, привыкает к нему и даже по-своему выражает свою привязанность. Лиса, например, виляет хвостом, подскакивает, издает призывный крик, пытается ласково потереться о ногу своего хозяина. Такое животное мы называем *прирученным*.

Человек, приручающий животное, должен сам ухаживать за ним: кормить, поить, чистить его помещение. Обращаться с животным надо ласково,

говорить спокойным и тихим голосом, без крика. Нельзя делать резких, пугающих зверя движений. Полезно бывает приласкать животное, погладить его и т. д. Очень помогают приручению прогулки с животным и, главное, совместные игры. Надо научиться подмечать в игре наиболее характерные особенности поведения животного, движения и действия, свойственные только ему. Все это имеет особенно большое значение для *дрессировки*.

Дрессировка может начинаться только после полного приручения животного. «Дрессировка» — слово французского происхождения. Дрессировать — значит обучать животное. Глядя на некоторые действия дрессированных животных, можно подумать, что у них есть разум. Иногда даже кажется, что они понимают речь человека. Выдрессировать животное — это значит выработать у него условные рефлексы, т. е. привычку отвечать на тот или иной сигнал человека определенным действием. Животное выполняет такое действие потому, что получает за это корм или же избегает наказания за неподчинение человеку.

Допустим, вы решили выдрессировать собаку, т. е. выработать у нее условный рефлекс садиться по вашему приказанию, причем вы решили сделать это с помощью вкусного корма — сахара. Вы берете кусочек сахара и сначала только показываете его собаке, стоящей перед вами в обычной позе на четырех лапах. Потом громким голосом приказываете: «Сидеть!» Повторяя этот приказ, вы держите сахар на таком уровне от глаз собаки, чтобы она, следуя за ним глазами, невольно села. Как только собака сядет, вы тут же даете ей сахар. Такие действия в дрессировке называются наталкиванием. После многократного повторения такого приема у собаки устанавливается условный рефлекс: по команде «сидеть» она будет садиться, чтобы получить сахар. Длительность дрессировки зависит от вашего умения и от способности собаки. Если вы добились, что собака четко выполняет ваш приказ,— значит, дрессировка закончена, т. е. у животного выработался условный рефлекс — отвечать определенным движением на словесный сигнал. Собака будет садиться до тех пор, пока вы подкрепляете ее движения сахаром или другим каким-нибудь вознаграждением. Как только вы перестанете это делать, выработанный у собаки условный рефлекс постепенно начнет тормозиться и вскоре погаснет совсем. Как бы ни был сложен «номер», выработанный у животного дрессировкой, в основе его всегда лежат условные рефлексы.

Условный рефлекс у животного можно выработать и закрепить не только с помощью корма. Все

В. Л. Дуров.

знают, что стоит возчику крикнуть лошади: «Нн-о!», как она трогается с места. Это «Нн-о!» — для лошади сигнал к движению. Если бы человек, начав приучать лошадь к езде, только кричал: «Нн-о!», не ударял при этом ее кнутом или вожжами, она не стала бы бежать. Только частые повторения «Нн-о!» с обязательными одновременными ударами кнута выработали у лошади такой условный рефлекс. Она стала двигаться с места при одном только возгласе «Нн-о!». Движение вперед избавляет ее от удара, причиняющего боль.

Основоположником гуманной, или русской, школы дрессировки животных был всемирно известный дрессировщик Владимир Леонидович Дуров — «дедушка Дуров», как звали его дети. Он считал, что, прежде чем дрессировать, нужно тщательно изучить природные свойства животного, образ его жизни, двигательные способности, привычки и повадки. От животного дрессировщик может требовать только таких движений и действий, на которые оно способно по своей природе. Дрессировать нужно не кнутом, не палкой, а с помощью вкусного корма и лакомства. Так можно выдрессировать и слона, и мышь, и медведя, и воробья. За свою жизнь В. Л. Дуров выдрессировал тысячи самых разнообразных животных, принадлежащих к 55 видам. Из них многие звери и птицы до В. Л. Дурова никогда не дрессировались (свинья, муравьед, морской лев, броненосец, гиена, енот и др.).

Дрессировали животных и в древние времена. Еще в IV в. до н. э. в войсках Александра Македонского использовали дрессированных собак. В ассиро-вавилонских войнах участвовали дрессированные слоны — на их спинах укрепляли боевые башни, в которых укрывались воины. В глубокую старину по русским городам и селам ходили поводыри-скоморохи с дрессированными медведями. Косолапые артисты веселили народ, забавно изображая, как пьяные мужики пляшут, как бабы и девки румянятся, как они ходят за водой, как мальчишки в огороде горох воруют.

В XIX в. на аренах многих европейских цирков начали выступать так называемые укротители с группами дрессированных львов, тигров, слонов. Все эти дрессировщики подчиняли себе животных не лаской и кормом, а кнутом и палкой. Иногда такая дрессировка была очень жестокой. Животных заставляли сидеть на месте или двигаться по арене цирка с помощью раскаленного железа. Болевая дрессировка также основана на выработке условного рефлекса у животного. Нужное человеку движение животного вызывается сигналом — угрозой наказания: будет больно!

Настоящую революцию в обращении с дрессированными животными сделала вкусопоощрительная дрессировка В. Л. Дурова. Именно она позволила осуществить на арене цирка такие, ставшие всемирно известными аттракционы, как «Дуровская железная дорога», «Крысы-мореплаватели» и др. В них одновременно работали сотни дрессированных зверей и птиц, причем рядом дружно выступали и враждующие между собой животные: волк и козел, лиса и петух, кошка и крысы.

Дрессируют животных не только ради развлечения. Дрессированные животные нужны в народном хозяйстве. Дрессируют лошадей, оленей, верблюдов и других транспортных животных. Оленей учат бегать в упряжке с нартами (санями) и слушаться каюра (погонщика), верблюда — становиться на колени, чтобы принять на спину поклажу и идти с ней, и т. п. В сельском хозяйстве широко применяют отдельные приемы дрессировки животных. Например, пастух вырабатывает у коров привычку следовать за ним и собираться на хлопанье кнутом. Птичницы приучают кур бежать на зов «цып-цып-цып». Овец приучают слушаться собак.

Наша страна первой начала осваивать космос. Немалую услугу оказали четвероногие «разведчики космоса» — собаки Лайка, Белка, Стрелка, Звездочка, Чернушка и др. Перед полетом их дрессировали по методу В. Л. Дурова, вырабатывая у них условные рефлексы, необходимые, чтобы приспособить четвероногих космонавтов к оборудованию и приборам кабины космического корабля. Их приучили, например, самостоятельно принимать корм по автоматическим сигналам приборов. При возвращении из космоса можно установить психическое состояние собак, проверив, как сохранились у них условные рефлексы.

Изменение и обогащение фауны

Очень давно у человека возникло естественное желание изменять окружающий его животный мир — уничтожать вредных и увеличивать число полезных животных. Однако сделать это не так просто: нужно знать жизнь животных, их связи друг с другом, зависимость их от природной среды.

Отдельные виды животных и растений не могут нормально жить друг без друга. Так, например, копытные и грызуны не только питаются растениями, но и распространяют их семена, обгрызают разрастающиеся побеги, удобряют землю. Хищники, питающиеся травоядными животными, вылавливают среди них слабых и больных, тем самым предотвращая распространение заболеваний. Растения и животные живут на земной поверхности так называемыми сообществами. Изменение в климате, в почве, появление или исчезновение какого-либо вида животного или растения отражаются на всем сообществе.

Ботаник Г. И. Танфильев еще в прошлом веке обратил внимание на то, что тундра наступает на лес, лес — на степь и степь — на пустыню. С этим явлением связано вымирание некоторых животных-грызунов. Например, желтая пеструшка, еще в середине прошлого века жившая в Казахстане, сейчас сохранилась только в Центральной Азии. На Украине и в Западной Европе жили некоторые грызуны, теперь встречающиеся в Казахстане и далее к востоку.

Такие перемены обычно совершаются медленно, на протяжении тысячелетий, и приводят к крупным изменениям фауны.

Бобр — ценный пушной зверь — строго охраняется.

Плотина, построенная бобрами. Вдали видна бобровая хатка.

Калан с добычей. Этот зверь, обитающий на северных островах Тихого океана, был почти полностью истреблен. Сейчас его численность возрастает.

Ондатра, или мускусная крыса, хорошо прижилась во многих районах нашей страны.

Многие виды животных весьма чувствительны к переменам климата. Так, потепление Арктики в первой половине XX в. сопровождалось продвижением многих сухопутных и водных животных на север и северо-восток. В Карелии появился черный хорь, на Кольском полуострове — речные чайки, многие водоплавающие птицы стали гнездиться значительно дальше к северу.

За последние столетия природные условия особенно резко изменялись из-за распашки земель, вырубки лесов, пастьбы скота, промышленного строительства и других видов человеческой деятельности. В центральных и даже в северных областях Европейской части СССР все это изменило лесной характер местности, сделав ее более похожей на лесостепь, где островки лесов чередуются с большими открытыми пространствами. В результате количество лесных животных значительно уменьшилось.

И наоборот, такие степные, луговые или кустарниковые виды, как жаворонки, зайцы-русаки, расселились к северу за пределы прежней области обитания. Это расселение продолжается и сейчас. В 1825 г. заяц-русак встречался только на широте Казани, а к 1935 г. он продвинулся на север до Кирова и Перми. К востоку русак перешел реку Урал (восточную границу в 1825 г.), обогнул Уральский хребет и достиг к 1935 г. Кургана и Омска, а на юге — Аральского моря. Распространение этого зверька на восток также, по-видимому, было связано с распашкой земель и особенно с появлением посевов озимых хлебов.

Вдоль крупных дорог, по которым перегоняли большие гурты скота, вокруг селений появились «толоки», т. е. места, выеденные и вытоптанные скотом. Это повлекло за собой расселение к северу многих степных грызунов — полевок, сусликов, тушканчиков, которые на таких толоках, внешне напоминавших полупустыню, нашли привычные для себя условия.

Некоторые из этих животных стали в новых местах вредителями посевов, а иногда и распространителями тяжелых заболеваний.

Переселение происходит в морях и океанах. Потепление вод Северной Атлантики в первой половине нашего века вызвало вселение в Баренцево море многих представителей более тепловодной фауны и общее продвижение фауны на север и восток. Более холодолюбивая фауна отступила к северу. У берегов Новой Земли, в Карском и Белом морях появились тепловодные рыбы — скумбрия, сельдь, пикша, сайда и атлантическая треска. В Баренцевом море стали обычными многие животные, раньше попадавшиеся здесь очень редко, например некоторые виды морских ежей, ракушка сердцевидка съедобная, треска мерланг. Изменился животный мир и в исландских водах, и у юго-западной Гренландии, где за последние годы развился промысел трески.

Из Черного моря в Каспийское, как предполагают, на днищах судов, доставленных из Батуми в Баку, около 40 лет назад попал двустворчатый моллюск митилястер. Совсем недавно, уже после открытия судоходства по Волго-Донскому каналу, на днищах судов был завезен в Каспий усоногий рачок баланус (морской желудь) и успел уже стать тут массовым животным. Морские животные переселяются и речными путями. В начале XIX в. была создана Мариинская речная система, соединившая Волгу с Балтийским морем. Некоторые каспийские животные, очевидно, с судами проникли в Балтийское море. Такое путешествие проделали моллюск дрейссена, ракообразное животное корофиум, гидроидный полип кордилофора.

Морскими путями расселились по свету крысы. Еще на парусных судах, а затем и на пароходах они проникли во все порты мира. А вместе с крысами в порты проникает иногда и чума. С увеличением тоннажа и скорости пароходов расселение черных крыс приняло массовый характер и в конце прошлого века привело к резкому росту заболеваний чумой во всем мире (так называемая чумная пандемия). Крысы расселялись не только на кораблях. В начале XX столетия серых крыс не было, например, в Западной Сибири. Но как только были построены железные дороги, крысы вместе с грузами проникли и в Сибирь.

Таким образом, фауна любого участка моря и суши не остается чем-то постоянным. Напротив, под влиянием различных условий она все время изменяется.

Изменению состава фауны способствуют и люди. Хищническая охота иногда приводит к полному исчезновению какого-либо вида животных. Так исчезли дикие лошади тарпаны, странствующие голуби, гигантские черепахи и многие другие животные. На грани полного уничтожения были зубры, речные бобры и др. Таким образом, стихийная человеческая деятельность, хотя и бывает причиной расселения животных, в том числе даже полезных, все же большей частью приводит к исчезновению ценных видов, к увеличению числа вредителей и их распространению.

Необходимо активное вмешательство человека в жизнь дикой природы, чтобы увеличить количество полезных видов и не допустить распростране-

ния вредных животных. С этой целью во многих государствах издаются законы, которые устанавливают правила охоты на животных и поощряют истребление вредителей. В нашей стране охотничьи законы направлены к тому, чтобы возможно полнее использовать естественные запасы ценных диких пушных животных и дичи — очень важного источника меха, мяса, жира, кожевенного сырья,— сохраняя в то же время их численность, а иногда и увеличивая ее. И в то же время эти законы предусматривают истребление вредных животных и уменьшение их численности.

Местности, наиболее богатые ценными животными, объявлены государственными заповедниками. Там животный мир строго охраняется (см. ст. «Заповедники и охрана природы»). Но одной охраны и разумного использования естественных богатств недостаточно. Люди заинтересованы в значительном изменении животного мира. Надо увеличивать количество полезных видов, уничтожать вредителей сельского хозяйства и распространителей болезней.

Можно привести немало примеров избавления человечества от вредных животных. Раньше каждый коренной житель волжской дельты и некоторых районов Кавказа был болен малярией. Теперь в результате массового уничтожения как личинок малярийных комаров, так и взрослых насекомых различными отравляющими веществами даже в этих районах малярия стала редким явлением. В Средней Азии почти полностью уничтожен червь ришта, паразитировавший у человека в коже. Личинки ришты живут в теле мелких пресноводных ракообразных. Вместе с водой эти ракообразные попадают в кишечник человека, а оттуда проникают в ткани кожи. Единственный способ избежать заражения риштой — не пить сырую воду из водоемов, где живут эти рачки.

Большинство полезных животных и растений могли бы существовать и размножаться не только там, где они обитают, но и в других районах. Фауна обогащается полезными животными путем *акклиматизации*, т. е. вселения новых для данной местности видов, или путем *реакклиматизации*, т. е. восстановления исчезнувших (истребленных), но ранее живших здесь животных.

Австралия уже давно (десятки миллионов лет назад) отделилась от Азии. Представители азиатской флоры и фауны туда не могли проникнуть. В результате этого в Австралии до недавнего времени из млекопитающих обитали только сумчатые и немногие виды высших млекопитающих (собака динго, летучие мыши). А сейчас там многочисленны кролики и акклиматизированы самые лучшие породы тонкорунных овец.

Большое количество культурных растений и некоторые домашние животные были перевезены из Америки в Европу в разное время. Возможности такого взаимного обмена между разными странами далеко не исчерпаны.

Завозят из других стран и акклиматизируют также животных, истребляющих вредителей. Этот способ борьбы с вредителями называется биологическим. Так, например, акклиматизация хищной божьей коровки ведалиа способствовала уменьшению вреда от червеца ицерии, губящего цитрусовые плантации. У многих вредных насекомых есть паразиты, которые уничтожают их, откладывая яички в теле животного вредителя или его личинки. Из таких паразитов особенно известны наездники, в том числе апантелесы, трихограммы и афелинусы. Тысячи лабораторий разводят их в огромном количестве и выпускают на поля и леса, зараженные вредителями. Как показывает опыт, для борьбы с вредителями во многих случаях этот биологический способ дает гораздо лучший и устойчивый результат, чем нерасчетливое и опасное применение ядохимикатов.

Для акклиматизации новых полезных животных, разумеется, следует тщательно изучить условия их жизни на родине и пригодность природных условий в местах, куда они будут вывезены: климат, пищу, будущих врагов среди хищников и т. д. Следует учесть, что иногда при отсутствии природных врагов акклиматизированные животные быстро размножаются и могут в свою очередь оказаться вредителями. Так и было с кроликами, завезенными в Австралию.

За время существования Советского государства на нашей территории проведены многочисленные опыты акклиматизации новых или реакклиматизации истребленных млекопитающих. Особенно удачным оказалось восстановление численности соболя (см. ст. «Обитатели лесов»). С 1924 по 1970 г. в различных районах СССР выпущено около 300 тыс. животных, из них 29 видов нашей фауны и 8 видов иноземной. Однако не все опыты окончились успешно и не каждое пополнение местной фауны новым видом животных принесло пользу.

С большим успехом удалась акклиматизация североамериканского грызуна ондатры, или мускусной крысы, обитающей в заросших растениями водоемах, болотах, поймах и плавнях рек.

Этого зверька расселили по всей стране, там, где были подходящие для него условия. С 1928 по 1944 г. было выпущено почти 50 тыс. этих живот-

ных, из них только 2,5 тыс. завезли из-за границы. Ондатра хорошо прижилась и широко распространилась по стране. Она встречается теперь от Белоруссии и Кольского полуострова на западе до берегов Берингова и Охотского морей на востоке и от тайги на севере до жарких пустынь нашего юга. Ежегодно у нас добывается несколько миллионов шкурок ондатры. Ее пушистые и прочные шкурки идут на изготовление шапок, шуб и многих других меховых изделий. Так животный мир СССР обогатился новым ценным пушным видом.

Хорошо прижилась в нашей стране американская норка, более крупная, чем наша. Впервые она была выпущена в 1933 г. в Воронежской области, а позднее ее пытались поселить и в других местах. Успешные результаты получены, однако, только в центральных лесных областях и в горных районах Западной и Восточной Сибири. Удалось нам реакклиматизировать, т. е. восстановить, почти истребленных в дореволюционное время речного бобра, соболя и некоторых других животных. Успешно поселены на новых местах в Западной Сибири и Северном Казахстане зайцы-русаки, а в ряде государственных заповедников — пятнистые олени.

Интересный пример — акклиматизация индийской пчелы. Эта пчела привезена в Европейскую часть СССР из Уссурийского края. Она обладает многими ценными качествами: весной индийская пчела вылетает из улья раньше нашей пчелы и лучше обеспечивает опыление раннецветущих плодовых деревьев. Кроме того, индийская пчела может вылетать из улья в дождливую погоду, что несвойственно нашей пчеле.

Сейчас в наших морях акклиматизировали многих рыб. Так, из Черного и Азовского морей в Каспийское перевезли ценных рыб — кефаль и камбалу. Одновременно с акклиматизацией рыб производят переселение животных, которыми рыбы питаются. В Каспийское море, например, перевезли два вида рачков-креветок леандеров, которые здесь очень сильно размножились.

Нужно было улучшить кормовую базу и для коренных каспийских рыб, в первую очередь для осетровых. В Черном и Азовском морях основная пища этих рыб — морской червь нереис и двустворчатый моллюск синдесмия. Эти животные были перевезены в 1940 и 1949 гг. из Азовского моря в Каспийское и успешно акклиматизировались. Они быстро размножились, и сейчас их в Каспии миллионы центнеров.

Акклиматизация морских животных проводится и за рубежом. Были попытки акклиматизировать дальневосточных лососей у Атлантического и Тихоокеанского побережий. Сейчас лососи уже стали объектом промысла в Новой Зеландии, в Чили и у Атлантического побережья Северной Америки. Но в европейских морях пока удалось акклиматизировать из дальневосточных лососей только горбушу. Из беспозвоночных удачно акклиматизируются ценные промысловые моллюски, в том числе и устрицы.

В акклиматизации морских рыб и беспозвоночных сделаны пока первые шаги, положено лишь начало в использовании громадных возможностей. Впереди еще акклиматизация в Южном полушарии полезных животных, обитающих в Северном полушарии. Конечно, не всякую рыбу и не во всякий водоем можно пересадить. Кроме того, при акклиматизации надо всегда предусматривать не только пользу, но и возможный вред от поселяемого в новом месте животного.

Не всегда акклиматизация или восстановление ценных видов бывают удачны. Так, например, получилось с енотовидной собакой. Этот зверь дает довольно ценный мех. Прежде он жил только на Дальнем Востоке, а сейчас завезен и во многие районы Европейской части СССР, Сибири и Средней Азии. И в этих местах стало уменьшаться количество охотничьих птиц, особенно уток и тетеревов, гнезда и выводки которых енотовидная собака усиленно истребляет. Кроме того, этот зверь часто заражается бешенством, и его вселение усилило распространение опасного заболевания.

Поселение в крымских лесах белки-телеутки принесло больше вреда, чем пользы, свою промысловую ценность эта белка утратила, так как пушистый мех этого зверька в теплом крымском климате стал более коротким и грубым.

В южных районах нашей страны хорошо акклиматизировалась мелкая южноамериканская рыбка гамбузия, поедающая личинок малярийных комаров. Однако гамбузия размножается так быстро, что ей не хватает личинок малярийных комаров, и она истребляет других мелких животных, тем самым отнимая пищу у промысловых рыб.

В СССР ведется большая работа по обогащению и охране фауны нашей страны. Долг каждого советского человека — бороться с браконьерами, нарушителями законов об охране фауны, и защищать ценных животных от истребления.

Заповедники и охрана природы

Заповедники возникли очень давно. Еще на заре истории человеческого общества существовали «священные» места, где запрещались охота, рыбная ловля и рубка леса, где звери, птицы и рыбы могли спокойно выводить потомство. В те далекие времена, когда охота и рыбная ловля были важнейшим, а часто и единственным источником существования человека, от сохранения заповедных мест нетронутыми зависело благополучие, а иногда и сама жизнь людей.

Позднее, в эпоху феодализма, заповедники во многом утратили свое первоначальное значение. В большинстве стран Европы, Азии и Африки они стали служить интересам правителей государств или церкви и стали заказниками, где охранялись лишь отдельные виды животных. Таких заказников немало было в древней Индии, Китае, Египте. В средние века на территории нашей страны появились «заказные места» — Беловежская пуща, где оберегали зубров, и «Семь островов» у Мурманского побережья, где охранялись гнездовья ловчих-соколов для царской охоты.

С развитием капитализма росло беспорядочное истребление лесов, зверей, птиц, рыб — всех природных богатств, которые могли принести деньги. Особенно варварски истреблялись они в завоеванных странах и колониях. Так, с невиданной жестокостью колонизаторы уничтожали бизонов в Америке, слонов, носорогов и антилоп в Африке и Азии. Сто лет тому назад исчезло большинство лесов в Европе, были истреблены многие виды крупных зверей и птиц. Такое общее оскудение природы встревожило ученых, прогрессивных общественных и государственных деятелей. Возникло движение за охрану природы. Чтобы сохранить животных, во многих странах стали организовывать заповедники.

Одним из первых среди них был Йеллоустонский национальный парк в Северной Америке (1872). За ним появились национальные парки в Европе, охотничьи резерваты в Азии и Африке, заповедники в России. Организация охраняемых территорий затрагивала интересы частных землевладельцев, поэтому она осуществлялась с большим трудом. В царской России до революции было лишь несколько заповедников, в основном частных. В капиталистических странах эта причина затрудняет их организацию и сейчас. Нередко резерваты принадлежат частным лицам, компаниям или обществам, а при создании национальных парков порой преследуется цель получить как можно больше прибыли от туристов.

В нашей стране отношение к заповедникам изменилось коренным образом лишь после Октябрьской революции, которая уничтожила право частной собственности на землю. Перед заповедниками были поставлены и новые, более широкие задачи. В первых же постановлениях и декретах, подписанных В. И. Лениным, говорится, что заповедники — национальное достояние, предназначенное исключительно для решения научных и научно-технических задач.

Основная задача заповедников — сохранение образцов (эталонов) типичных или редких участков природы со всеми видами растений и животных, населяющих их. В заповедниках охраняются все виды без исключения как часть естественного природного комплекса и драгоценный генетический фонд: создать его вновь невозможно, а он может оказаться крайне нужным человеку. В самом деле, используя генетические особенности ранее «бесполезных» видов, удалось получить гигантские колосья мексиканской пшеницы, вироустойчивые сорта картофеля, чудесные голландские тюльпаны и др. Еще недавно ядовитых змей считали безусловно вредными, а сейчас их охраняют, чтобы получать яд, исцеляющий человека от многих недугов. Даже плесени стали мощным орудием современной медицины — они дают нам антибиотики. Кто возьмется предсказать, какие еще организмы, считающиеся сегодня вредными, не будут в дальнейшем служить источником здоровья или благосостояния человека?

Заповедники в нашей стране, как в других странах резерваты и национальные парки, организовывались в первую очередь там, где еще сохранились редкие и ценные виды зверей, птиц, других животных или растений. Так, Воронежский заповедник был организован для охраны одного из последних поселений бобров, насчитывающего немногим более 20 животных. Уже через 10 лет бобры заселили все пригодные места в заповеднике, расселились и за пределы заповедной территории. В последующие годы почти 3 тыс. бобров из Воронежского заповедника были завезены и выпущены в 26 районах СССР.

К моменту организации Баргузинского заповедника на Байкале там обитало не более 20—30 соболей, укрывшихся от охотников в недоступных каменистых россыпях. Через 15 лет соболи заселили всю заповедную тайгу, около 150 зверьков ежегодно стали покидать ее пределы и распространяться по Забайкалью. В годы, предшествующие организации Астраханского заповедника в дельте Волги, белые цапли, пеликаны и серые гуси были почти полностью истреблены. Сейчас здесь тысячи их гнездятся на деревьях, бесчисленных островах и песчаных отмелях.

В лапландской тундре на Кольском полуострове оставалось немногим более 100 диких северных оленей. В наше время в Лапландском заповеднике их

более 20 тыс. Поголовье кавказских горных козлов — туров на территории Кавказского заповедника увеличилось в 12 раз, кавказских оленей — в 20 раз, восстановлены почти исчезнувшие зубры и т. д.

Уссурийский тигр сохранился благодаря главным образом Сихотэ-Алинскому заповеднику на Дальнем Востоке; дикий азиатский осел (кулан) — Бадхызскому заповеднику в Туркмении; бухарский (тугайный) олень — заповедникам Таджикистана. Десятки миллионов зимующих уток, лебедей, гусей и других водоплавающих птиц находят убежище в заповедниках на Каспийском море. Вспомним и о заповедных рощах тиса, самшита, своеобразных ореховых лесах Тянь-Шаня, фисташковых лесах Туркмении и многих других редких насаждениях и отдельных видах растений, сохраненных благодаря заповедникам.

Подобное значение имеют резерваты и национальные парки за рубежом. Так, благодаря Йеллоустонскому национальному парку в США и огромному национальному парку Вуд-Буффало в Канаде удалось сохранить бизона. Такие редкие и редчайшие животные, как индийский панцирный носорог и олень-барасинга, сохранились главным образом в национальном парке Казиранга в Индии. Последние в мире азиатские львы живут лишь в резервате Гирский лес (Индия). Нигде нет больше яванского носорога, кроме резервата Уджунг-Кулон на западе острова Ява в Индонезии. Знаменитым национальным паркам и резерватам Африки (Серенгети, Нгоронгоро, Цаво, Мерчисон-Фолс, Крюгера и др.) обязаны своим существованием слоны, бегемоты, жирафы, зебры и бесчисленные антилопы. Специальные резерваты оберегают человекообразных обезьян: горилл и шимпанзе — в Африке и орангутана — в Азии.

Особенность заповедников СССР в том, что они не только оберегают животных и растения и восстанавливают численность редких из них: заповедники в нашей стране — это научные учреждения. **Что же и как изучают в заповедниках?**

Ботаники, зоологи, географы, лесоводы, почвоведы и ученые других специальностей в течение многих лет исследуют законы, управляющие жизнью природных комплексов (биогеоценозов, экосистем) на заповедных территориях. Это позволяет оценить последствия хозяйственной деятельности человека на примыкающих к заповеднику территориях. Такие исследования отвечают на вопрос: как полнее и лучше использовать природные богатства того или иного ландшафта? Для решения этого сложного вопроса учитывается численность животных, выясняются причины, определяющие величину урожая дикорастущих растений, наконец, детально изучается экология отдельных видов животных и растений.

Именно в заповедниках удалось выяснить, чем кормится соболь и сколько ему необходимо корма, когда он размножается, сколько выживает соболят за год, насколько соболь привязан к определенному району и т. п. На основании всех этих сведений были разработаны приемы восстановления численности этого ценнейшего пушного зверька и обоснованы нормы охоты на него. В заповедниках были разработаны научные методы восстановления численности лося, сайгака и других зверей и обоснованы пути их рационального использования. Здесь изучаются способы восстановления кедровых лесов, биологические меры борьбы с вредителями леса и другие вопросы разумного использования природных богатств. Таким образом, заповедники представляют собой научные лаборатории по охране природы.

В СССР на 1 января 1972 г. было 92 заповедника общей площадью более 7 млн. га. Чаще всего один заповедник занимает 30—70 тыс. га, но площадь Алтайского, Байкальского и Печоро-Илычского заповедников — по 700—800 тыс. га. Число заповедников из года в год увеличивается.

Кроме заповедников в Советском Союзе давно существуют заказники. Здесь в течение ряда лет в определенные сезоны или круглый год охраняются отдельные виды животных или растений, а остальные природные богатства, например леса или сенокосы, используются ограниченно. Нередко заказники устанавливаются в местах нереста рыбы, гнездовий или зимовки птиц и т. д. В СССР около 2 тыс. таких заказников разного назначения. Кроме того, у нас есть 10 постоянных заповедно-охотничьих хозяйств (Крымское, Азово-Сивашское, Беловежская пуща и др.). В этих хозяйствах при охране всего природного комплекса периодически организуются охоты на оленя, кабана и других зверей, которые из-за большой численности угрожают нормальному существованию леса.

Есть у нас и охраняемые «памятники природы»: отдельные пещеры, вековые деревья, гейзеры и др. Организовываются природные парки, наподобие национальных парков в других странах. Задача их — охрана природы, но одновременно они предназначены для массового посещения туристами.

В наше время, когда человек, вооруженный все более и более совершенной техникой, быстро осваивает самые, казалось, недоступные районы земного шара, особенно возрастает значение заповедников. Не случайно, чем больше население страны, интенсивнее промышленное производство и сельское хозяйство, тем больше относительная площадь заповедных территорий. Но следует помнить, что заповедники далеко не единственная форма охраны природы. Охрана

Сайгаки в заповеднике Барса-Кельмес (Казахская ССР).

Колония черноголовых хохотунов. Заповедник Барса-Кельмес.

Бизоны. Национальный парк Вуд-Буффало (Канада).

Кулан. Заповедник Бадхыз (Туркменская ССР).

Бегемоты, обитатели африканских водоемов, сохранились только благодаря заповедникам.

Чайки-моевки на птичьем базаре. Заповедник «Семь островов» (Мурманская область).

природы в современном понимании — это прежде всего *разумное использование природных богатств*. Разумно использовать — значит давать возможность природе восстанавливать, восполнять взятое человеком. Лес обладает замечательной способностью расти, рыбы, птицы, звери — размножаться. Необходимо строго охранять эти воспроизводительные возможности природы. Сохраняя мальков и молодь, можно резко повысить вылов полноценной крупной рыбы. Охрана лося, сайгака и других диких копытных во время размножения приводит к быстрому росту их поголовья, в результате можно получить многие тысячи тонн хорошего мяса, мягкой кожи и лекарственного сырья.

Следует также помнить, что природа — это сложный комплекс, в котором все явления необычайно тесно переплелись и обусловливают друг друга. Для успешной охраны природы необходимо учитывать эти взаимосвязи. Известно, что вырубка лесов на водоразделах и по берегам рек, распашка пойм ведут к обмелению и пересыханию водоемов, а из-за неправильного выпаса скота пастбища с песчаными почвами превращаются в бесплодные пустыни. Иногда чрезвычайно сложно предвидеть изменения, которые могут произойти, если человек преобразует целые районы, меняет водный режим рек, в массе истребляет хищников и вредителей. Например, применение ядохимикатов в лесах повлекло за собой не только истребление вредителей леса, исчезли и полезные животные в лесах, полях и даже в реках. Вскоре вредители, бывшие до этого «под прессом» этих полезных животных, дали новую, еще большую вспышку численности по всей округе. Для того чтобы избежать подобных последствий вмешательства в жизнь окружающей нас природы, мы должны очень хорошо знать взаимосвязи природных процессов во всех естественных ландшафтах. Разработкой научных основ сохранения и воспроизводства природных ресурсов на основе познания этих процессов тоже занимаются заповедники.

В связи с невиданными масштабами использования и переработки природных богатств возникла еще одна важная проблема: как охранять окружающую нас среду от загрязнения? В самом деле, во многих промышленных и густонаселенных странах сброс промышленных и бытовых вод в реки сделал их непригодными для жизни. В некоторых странах кислорода потребляется больше, чем дают его зеленые растения на их территории. Сильно загрязненными оказались многие районы Мирового океана. Разработка новых технологий производства, при которых вода после использования очищается и вновь используется предприятием (замкнутые циклы), усовершенствование фильтров, очищающих газообразные выделения промышленных предприятий, и т. д.— все это имеет огромное значение для охраны природы и здоровья людей. Ведь лес — это не только определенное количество кубометров древесины, источник пушнины, грибов, ягод, но и один из основных источников кислорода. Чистые реки нужны не только для судоходства и получения электроэнергии, но и как среда для обитания рыб, как источники питьевой воды. Природа — неиссякаемое средство оздоровления людей. Невозможно переоценить эстетическое значение природы. Тысячелетиями вдохновляет она творчество величайших мыслителей, поэтов, музыкантов, художников. Любовь к родной природе — один из источников патриотизма. Мы охраняем природу для народа, для человека сегодняшнего дня и грядущих поколений.

Выдающиеся биологи

Карл Линней

Долог и нелегок был путь, приведший шведского натуралиста Карла Линнея (1707—1778) к мировой славе.

С ранних лет Карл интересовался растениями и еще восьмилетним мальчиком хозяйничал на собственной грядке в отцовском саду. Любая травка привлекала его внимание. В семье решили, что Карл будет врачом, и он поступил в университет, сначала в городе Лунде, а позже в Упсале. Отец дал немного денег но, как ни старался Карл тратить поменьше, их хватило ненадолго. Линней голодал и чинил подметки древесной корой. Но никакие лишения не могли оторвать его от любимого дела — он собирал гербарий и стремился разобраться во всем разнообразии цветов, особенно в числе и расположении их тычинок и пестиков.

Карлу было всего 23 года, когда его взял к себе в помощники один из профессоров, и студент сам начал учить студентов. А через два года Линней отправился путешествовать. Упсальское научное общество предложило ему исследовать природу Лапландии — северной части Скандинавского полуострова. Денег ему дали немного, но натуралиста это не смутило, и он тронулся в путь. Он шел пешком и весь багаж тащил на своих плечах. Линней исходил чуть ли не весь север Скандинавии. Он ел что придется, чаще всего сушеную рыбу, спал на земле и, конечно, не мог собрать больших коллекций — на себе много не унесешь. У него было много приключений: его чуть не убил разбойник, увязал он в болотах и падал с крутых склонов, его донимали комары. Но Линней был молод, здоров и увлечен порученным ему делом.

По возвращении Линней напечатал свой первый труд — книгу «Флора Лапландии» — и продолжал работать в университете. Тут пришла беда. У Линнея не было ученой степени, и ему запретили читать лекции. Пришлось ехать за границу, в Голландию, для того чтобы получить степень доктора медицины. Через несколько лет Линней вернулся на родину не только доктором, но и ботаником с европейским именем: он успел написать и издать за границей несколько книг, принесших ему славу.

Поначалу жизнь на родине оказалась трудной: пациентов у молодого врача не было, а слава натуралиста денег не давала. Позже пришла и врачебная слава, а с ней и пациенты. Наконец-то после стольких лет все пошло хорошо: была кафедра в Упсале, были студенты, были друзья и помощники чуть ли не во всех странах. Отовсюду присылали коллекции растений и животных. Вскоре Линней перестал заниматься врачебной практикой. Молодому натуралисту она была не по душе.

Еще будучи студентом, Линней приносил домой сотни цветков, внимательно рассматривал их, пытался систематизировать. В 1735 г. он опубликовал свою знаменитую «Систему природы», которая охватывала не только растительный мир, но животных и минералы.

Весь растительный мир Линней разделил на 24 класса. К последнему, 24-му классу («тайнобрачные») он отнес все те растения, у которых нет цветка: папоротники, хвощи, плауны, мхи, лишайники, грибы, водоросли, т. е. так называемые споровые растения. Первые 23 класса охватывали цветковые растения. Линней распределил в этих классах все известные ему виды, рассортировав их по числу, форме и расположению тычинок. Так, в 1-й класс («однотычинковые») попали растения с одной тычинкой, в 5-й — с пятью, в 10-й — с десятью тычинками. В 14-м классе («двусильные») значились растения, у которых все тычинки длинные, а две — короткие (шалфей, мята, глухая крапива и другие губоцветные); в 17-м («двубратственные») — растения, у которых из 10 тычинок 9 срослись своими нитями, а одна — свободная (большинство мотыльковых); 21-й класс охватывал однодольные растения — в цветке только тычинки или только пестики (дуб, береза, крапива), а 22-й объединял двудомные растения — на одном растении цветки только тычиночные, на другом — только пестичные (ива, осина, можжевельник). Это была очень простая и удобная система — поглядел на цветок, рассмотрел тычинки и узнал, к какому классу принадлежит растение. А классы разделены на «порядки», тоже с очень простыми признаками: число пестиков, строение плодов.

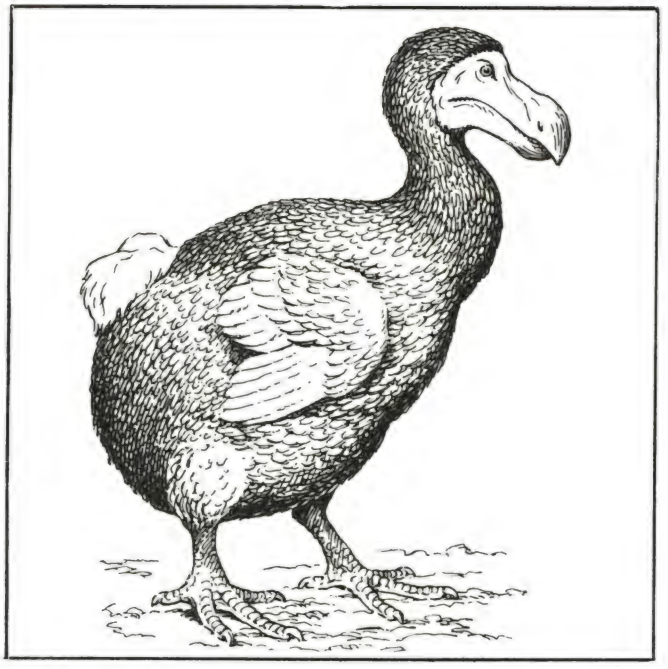
Система эта была, однако, искусственной. В ее основу Линней положил не родство растений, а несколько внешних, легко различимых признаков. К 13-му классу, например, он отнес растения с многочисленными тычинками, прикрепленными к цветоложу, и у него в одном классе оказались столь несхожие растения, как лютик и мак, липа и кувшинка. В 5-м классе (5 тычинок) встретились морковь, лен, лебеда, колокольчик, незабудка, смородина, калина. В 21-м классе рядом с ряской значились осока, береза, дуб, крапива и даже ель и сосна. Брусника, похожая на нее толокнянка, черника — двоюродные сестры, но попали в разные классы, так как число тычинок у них различно. Искусственность классификации «по тычинкам» во многих случаях так очевидна, что ее нельзя не заметить. Но при всех своих недочетах линнеевская система растений позволяла легко разбираться в огромном числе видов, уже известных науке. Он назвал и описал около 10 тыс. видов растений, разработал систему классификации растений, которая стала основой для развития биологической систематики.

Линней первым ввел в обиход так называемую бинарную номенклатуру — научное наименование растений и животных. Бинарная номенклатура сводится к следующему: каждому виду животного или растения дается только одному ему свойственное научное название. Это название обязательно состоит из двух слов: родового названия (имя существительное) и видового (обычно имя прилагательное).

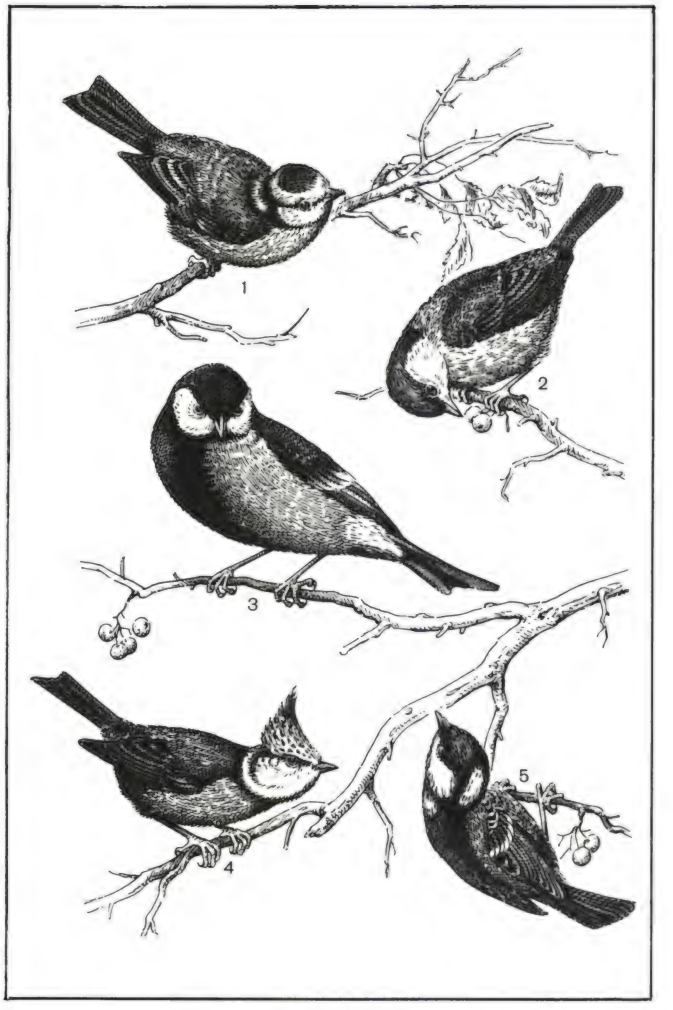
Так, например, в роде «синица» насчитывается около десятка видов. В переводе на русский язык научные латинские названия наших обычных синиц будут такие: синица большая, синица лазоревка, синица хохлатая, синица гаичка, синица московка. Слово «синица» — родовое название, а слова «большая», «хохлатая» и т. д.— названия видов.

То же и среди растений. Род «лютик» состоит из многих видов: лютик едкий, лютик языковый, лютик золотистый, лютик ядовитый, лютик ползучий и т. д.

Дронт. Назван и описан Линнеем. В XVIII в. полностью истреблен.



Род «синица»: *1* — синяя (лазоревка); *2* — болотная (гаичка); *3* — большая *4* — хохлатая; *5* — московка.



Название, данное какому-нибудь виду, постоянно. Оно не может быть заменено другим, и, кто бы ни писал об этом виде, должен называть его именно так, а не иначе. В одном роде не может быть одинаковых названий для двух видов. Не может быть и двух одинаковых названий для разных родов. Можно сказать, что название рода — это как бы фамилия, а название вида — имя. Однофамильцев быть не должно, а в пределах одной фамилии не допускаются два одинаковых имени. Теперь нам эти правила кажутся совсем простыми. А вот до Линнея никто из ученых не сумел их составить, а главное — провести в жизнь. Бинарная номенклатура упростила узнавание научных названий животных и растений. Она же устранила невероятную путаницу, которая до того существовала. Ведь до Линнея натуралисты часто называли по-разному одно и то же растение или животное.

Знаменитый шведский натуралист, составляя классификацию животных и растений, объединил близкие виды в общие роды. Но если распределить всех животных и растения только по родам, то разобраться во множестве родов будет все же очень трудно. Желая преодолеть подобные трудности, Линней объединил схожие роды в отряды и классы. Так, например, всех животных, покрытых перьями и откладывающих яйца, он соединил в один класс птиц. Животных Линней распределил по 6 классам, причем для беспозвоночных отвел только 2 класса: в один попали членистоногие, в другом, названном им «черви», разместились и моллюски, и кораллы, и медузы, и инфузории, и морские ежи, и всевозможные черви. Когда пришлось писать о человекообразных обезьянах, Линней заметил у них много общих признаков с человеком. Тогда он объединил человека и обезьяну в одну группу, назвал ее приматами («князьями») и поставил их во главе класса млекопитающих. Линней не считал человека кровной родней обезьяны, а просто находил между ними большое внешнее сходство.

Линней считал, что видов животных и растений столько, сколько их создано при сотворении мира. Однако он допускал образование новых видов путем скрещивания — гибридизации. Современные нам формы растений, по его мнению, не созданы богом — они порождены природой, но исходные фор-

мы, из которых образовались отряды, создал бог. Линней даже указал число этих «сотворенных богом» растений: их было, по его мнению, 116 — по числу отрядов.

В те времена натуралист изучал всю природу: растения и животных, минералы и «окаменелости», горные породы и почвы. Линней был не только ботаником и зоологом, он занимался и минералами и рудами, изучал пещеры и минеральные источники, описывал древнейших раков — трилобитов и ископаемые кораллы. Систематик по складу ума, он составил классификацию минералов и кристаллов, а как практик сделал много для развития горного дела, для поисков полезных ископаемых.

Свою «Систему природы» Линней опубликовал, когда ему было 28 лет. С тех пор он всю жизнь работал над ней и переиздал ее 12 раз. Первое издание было совсем тоненькой книжкой, а двенадцатое — тремя толстыми томами. В своих книгах Линней описал около 4200 видов животных. Теперь мы знаем около 1,5 млн. видов.

Созданная Линнеем система классификации растительного и животного мира завершила огромный труд ботаников и зоологов первой половины XVIII в., которые занимались главным образом накоплением огромного ботанического и зоологического материала. Заслуга Линнея и в том, что он уточнил понятие «вид» и установил четкое соподчинение между систематическими категориями — класс, отряд, род, вид, вариация.

Но система классификации Линнея была, как мы уже говорили, искусственной. Только после появления книги Ч. Дарвина «Происхождение видов» стало ясно, что система должна отразить и эволюцию растительного и животного мира, т. е. их происхождение и родственные связи. Стали создаваться и до сих пор создаются и совершенствуются подобные естественные, или филогенетические, системы классификации растительного и животного мира.

Жорж Кювье

Французского ученого Жоржа Кювье (1769—1832) по праву считают одним из основателей палеонтологии — науки об ископаемых остатках организмов, живших на Земле в минувшие эпохи и давно вымерших.

И до Кювье люди обращали внимание на редкие находки ископаемых животных. Большинство ученых считали их курьезами, игрой природы, костями сказочных великанов или древних святых. Никакой науки об ископаемых организмах не существовало. Никому из ученых не приходило в голову, что в далекие времена землю населяли совершенно другие животные, а современных форм не было. Редкие находки ископаемых изумляли и озадачивали, но разумно объяснить их люди не могли. Кювье не только собрал множество таких находок, но и привел их в систему и описал. Он разработал научный метод, который позволял изучать ископаемых животных с такой же точностью, с какой изучают ныне живущих животных.

Еще в детстве мать привила Кювье любовь к строгому распорядку жизни, научила беречь свое время, работать планомерно и упорно. Эти черты характера наряду с исключительной памятью, наблюдательностью, любовью к точности сыграли большую роль в его научной деятельности.

В 1794 г. Кювье по настоянию известного ученого Жоффруа Сент-Илера пригласили работать в Париж в только что организованный Музей естественной истории. В Париже он очень быстро выдвинулся

Ископаемое травоядное млекопитающее индрикотерий — гигантский безрогий носорог — достигал 5 м высоты и принадлежал к самым крупным млекопитающим, когда-либо жившим на Земле.

и вскоре занял в парижском университете — Сорбонне кафедру анатомии животных.

Изучая богатые коллекции музея, Кювье постепенно убедился, что принятая в науке система Линнея не строго соответствует действительности. Линней разделил животный мир на 6 классов: млекопитающие, птицы, гады, рыбы, насекомые и черви. К классу червей отнесли множество малоизученных, преимущественно морских, животных, начиная от огромных осьминогов, морских звезд, медуз и кончая мельчайшими полупрозрачными существами, как бы парящими в верхних слоях морской воды. Раскрытие тайн строения морских животных было подлинно научным триумфом Кювье. Он пришел к выводу, что в мире животных существуют четыре типа строения тела, совсем несходных между собой. Животные одного типа одеты твердым панцирем, и тело их состоит из многих члеников; таковы раки, насекомые, многоножки, некоторые черви. Кювье назвал таких животных «членистыми». В другом типе (улитки, осьминоги, устрицы) мягкое тело животного заключено в твердую раковину и никаких признаков членистости у них нет. Этих животных Кювье назвал «мягкотелыми». Животные третьего типа обладают расчлененным внутренним костным скелетом — это «позвоночные» животные. Животные четвертого типа построены так же, как морская звезда, т. е. части их тела расположены по радиусам, расходящимся из одного центра. Подобных животных Кювье назвал «лучистыми».

Внутри каждого типа Кювье выделил классы; некоторые из них совпали с классами Линнея. Так, например, тип позвоночных был разделен на классы млекопитающих, птиц, гадов и рыб. Система Кювье гораздо лучше отражала действительные соотношения между группами животных и была много ближе к современной, чем система Линнея. Вскоре она вошла во всеобщее употребление у зоологов.

Глубокие познания в анатомии животных позволяли Кювье восстанавливать облик вымерших существ по их сохранившимся костям. Кювье убедился, что все органы животного тесно связаны между собой, что каждый орган нужен для жизни всего организма. Животное приспособлено к той среде, в которой оно живет, находит корм, укрывается от врагов, заботится о потомстве. Если это животное травоядное, его передние зубы приспособлены срывать траву, а коренные — растирать ее. Массивные зубы, целые дни растирающие траву, требуют крупных и мощных челюстей и соответствующей жевательной мускулатуры. Значит, у такого животного должна быть тяжелая, большая голова с выступами на костях, где прикрепляются мышцы, а так как у него нет ни острых когтей, ни длинных клыков, чтобы отбиться от хищника, то оно отбивается рогами. Чтобы поддерживать тяжелую голову и рога, нужны сильная шея и большие шейные позвонки с длинными отростками, к которым прикреплены сухожилия и мышцы. Чтобы переваривать большое количество малопитательной травы, требуется объемистый желудок и длинный кишечник, а следовательно, нужен большой живот, широкие ребра. Так вырисовывается облик травоядного млекопитающего. «Организм,— говорил Кювье,— есть связное целое. Отдельные части его нельзя изменить, не вызывая изменения других». Эту постоянную связь органов между собой Кювье назвал «соотношением частей организма» и проследил ее у многих животных.

Изучая ископаемые остатки и руководствуясь «соотношением частей», Кювье восстановил облик

Мамонт и шерстистый носорог — представители ископаемой сухопутной фауны, предшествовавшей современной.

многих вымерших животных, живших миллионы лет назад. Он убедительно доказал, что на месте Европы когда-то находилось теплое море, где плавали огромные хищные ящеры — ихтиозавры, плезиозавры и др.

Кювье доказывал, что в те времена и в воздухе господствовали пресмыкающиеся, а птиц еще не было. У некоторых крылатых ящеров размах крыльев достигал 7 м, другие были величиной с воробья. Крыло летающего ящера представляло собой кожистую перепонку, натянутую между туловищем животного и сильно удлиненным мизинцем передней конечности. Кювье назвал этих ископаемых драконов птеродактилями, т. е. «пальцекрылыми». Птеродактили тоже относились к хищникам и охотились на рыб. Они ловили их пастью, вооруженной загнутыми назад зубами.

Изучив другие ископаемые остатки, Кювье убедился, что все они относятся к давно прошедшей эпохе, в которой не существовало ни одно современное животное. Все жившие тогда животные вымерли. Эта ископаемая фауна сухопутных животных, главным образом млекопитающих, была обнаружена около Парижа в гипсовых каменоломнях и в пластах известняковой горной породы — мергеля.

Кювье открыл и описал около 40 вымерших видов крупных млекопитающих. Некоторые животные отдаленно напоминали современных носорогов, тапиров, кабанов; другие были совсем своеобразными. Но среди них не было живущих в наше время — ни быков, ни верблюдов, ни оленей, ни жирафов.

Продолжая свои исследования, Кювье обнаружил, что ископаемые фауны в пластах земной коры располагаются в известном порядке. В наиболее древних пластах содержатся остатки морских рыб и пресмыкающихся; в более поздних отложениях мела — другие пресмыкающиеся и первые мелкие и редкие млекопитающие с очень примитивным строением черепа; в еще более поздних — фауна древних млекопитающих и птиц. Наконец, в отложениях, предшествующих современным, Кювье обнаружил остатки мамонта, пещерного медведя, шерстистого носорога. Таким образом, по ископаемым остаткам можно определять относительную последовательность и древность пластов, а по напластованиям — относительную древность вымерших фаун. Это открытие легло в основу исторической геологии и стратиграфии — учения о последовательности напластований, слагающих земную кору.

Куда же исчезали фауны, которые мы теперь находим в виде ископаемых остатков, и откуда возникали новые, приходившие им на смену? Современная наука объясняет это эволюционным развитием животного мира. В основу этой теории легли и открытия Кювье. Однако сам ученый не видел громадного значения сделанных им открытий. Он прочно стоял на старой точке зрения о постоянстве видов. Кювье считал, что среди ископаемых нет пере-

ходных форм животных организмов. (Такие формы открыли только через много лет после смерти Кювье.) Он указывал на внезапное исчезновение фаун и на отсутствие связи между ними. Для объяснения последовательной смены ископаемых животных Кювье создал теорию «переворотов», или «катастроф», в истории Земли. Он объяснял эти катастрофы так: на сушу надвигалось море и поглощало все живое, затем море отступало, морское дно становилось сушей, которая и заселялась новыми животными. Откуда они брались? Кювье не мог на это дать правильный ответ.

Теория «катастроф» еще долго господствовала в науке, и только эволюционное учение Дарвина окончательно опровергло ее.

Кювье проложил в биологии новые пути исследования и в корне реформировал палеонтологию и сравнительную анатомию животных. Тем самым было подготовлено торжество эволюционного учения. Оно появилось в науке уже после смерти Кювье и вопреки его мировоззрению. Кювье придерживался неверных взглядов на происхождение видов, но своими работами много сделал для развития эволюционного учения.

Жан Батист Ламарк

Жан Батист Ламарк (1744—1829) родился во Франции, в родовом замке, находящемся в Пикардии. Его родители, дворяне среднего достатка, хотели видеть своего сына священником и определили мальчика в иезуитскую школу. После смерти отца судьба Ламарка изменилась. Шестнадцатилетний юноша покинул школу и пошел добровольцем в действующую армию. Шла Семилетняя война. Проявив удивительную храбрость в сражении с пруссаками, бывший воспитанник иезуитского коллежа был произведен самим маршалом в офицеры. Однако начатая с таким блеском военная карьера, так же как и духовная, не привлекала Ламарка. Он вышел в отставку. Позже он начал изучать медицину в Париже. Особенно заинтересовали Ламарка естественные науки, и прежде всего ботаника.

После нескольких лет усиленных занятий трудолюбивый и талантливый молодой ученый написал большое сочинение в трех томах — «Флора Франции». Там было описано множество растений и дано руководство к их определению. Эта книга принесла Ламарку известность, он был избран членом Парижской академии наук. В академии ученый с успехом продолжал заниматься ботаникой.

В 1793 г., когда Ламарку было около 50 лет, его научная деятельность в корне изменилась. Королевский ботанический сад, где работал ученый, был преобразован в Музей естественной истории. Свободных кафедр ботаники в музее не имелось, и ему предложили заняться зоологией. Лет через десять замечательный ученый сделался таким же знатоком в области зоологии, каким был в ботанике.

Шли годы. Ламарк состарился, ему уже минуло 60 лет. К этому времени он знал о растениях и животных все, что было известно современной ему науке. Теперь ученый смог поставить перед собой цель — написать такую книгу, в которой бы не просто описывались отдельные организмы, а разъяснялись законы развития живой природы. В своем новом труде Ламарк задумал показать, как появились животные и растения, как они изменялись и развивались и как достигли современного состояния. Он попытался доказать, что животные и растения не созданы такими, каковы они есть, а развивались в силу естественных законов природы, т. е. показать

эволюцию органического мира. Он стал творцом первой эволюционной теории, предшественником Дарвина. Свою книгу Ламарк напечатал в 1809 г. Он назвал ее «Философия зоологии», хотя речь в ней шла не только о животных, но и о всей живой природе.

В истории науки часто бывало, что великие идеи оставались современникам непонятными и получали признание лишь много лет спустя. Так случилось и с идеями Ламарка. Одни ученые не обратили на его книгу никакого внимания, другие посмеялись над ней. Рассчитывая на поддержку, Ламарк решил преподнести труд своей жизни Наполеону. Но император, считавший себя покровителем науки, только публично высмеял ученого.

Под конец жизни Ламарк ослеп и умер, всеми забытый, 85 лет от роду.

В чем же суть теории Ламарка?

Ламарк утверждал, что животные и растения не всегда были такими, какими мы их видим теперь. Жизнь на Земле возникла естественным путем в виде очень простых организмов. С течением тысячелетий они постепенно изменялись, совершенствовались, пока не дошли до современного состояния. Ламарк доказывал, что все живые существа происходят от непохожих на них предков, более примитивно устроенных.

Отчего же органический мир (иначе говоря, все животные и растения) не был неподвижен, как часы без завода, а развивался, изменялся, как изменяется и теперь? Ламарк попытался дать ответ и на этот вопрос, но при всей своей гениальности он не смог объяснить это явление правильно, материалистически. Развитие растений и животных, утверждал Ламарк, зависит от двух главных причин. Первая заключается в том, что весь органический мир сам по себе стремится непрерывно изменяться и улучшаться, это его неотъемлемое внутреннее свойство — стремление к прогрессу. Вторая причина, от которой, согласно учению Ламарка, зависит эволюция органического мира,— это воздействие на организмы той обстановки, в которой они живут. Эта обстановка, или жизненная среда, слагается из воздействия на животных и на растения пищи, света, тепла, влаги, воздуха, почвы и т. д. Ламарк считал, что растения и самые низшие животные изменяются под воздействием окружающей среды прямо и непосредственно, приобретая ту или иную форму, те или иные свойства. Например, растение, выросшее на хорошей почве, получает совсем иной облик, нежели растение того же вида, выросшее на плохой почве. Растение, выращенное в тени, непохоже на растение, выращенное на свету, и т. д. Животные в свою очередь тоже изменяются, но по-другому. Под влиянием изменения среды у них образуются различные новые привычки. А привычки, постоянно повторяясь, упражняют различные органы, развивают их. Например, у животного, которое постоянно живет в лесу и вынуждено лазать по деревьям, разовьются хватательные конечности. В то же время у животного, вынужденного постоянно передвигаться на большие расстояния, развиваются сильные ноги с копытами и т. д. В данном случае мы сталкиваемся уже не с прямым, а с косвенным влиянием среды — через посредство привычек. Кроме того, Ламарк считал, что признаки, которые приобретают организмы под влиянием среды, могут передаваться по наследству.

Современная наука отрицает, что в органическом мире существует какое-то таинственное и необъяснимое стремление к совершенствованию. Дарвин иначе объяснил относительно целесообразное строение тела животных и растений и то, как они приспособляются к среде. Главной причиной эволюции он считал естественный отбор (см. ст. «Чарлз Дарвин и его эволюционное учение»). Влияние же условий окружающей среды на организмы, которое занимает большое место в учении Ламарка, признается современной биологией, но передача по наследству приобретенных во время жизни организма признаков отрицается. Новые признаки возникают под влиянием изменений — мутаций, происходящих в половых клетках организмов.

Однако главное в труде Ламарка — то, что он первый, за полвека до Дарвина, создал теорию о естественном развитии органического мира.

Грегор Иоганн Мендель

Двадцатый век для биологии начался с сенсационного открытия. Одновременно три ботаника — голландец Гуго де Фриз, немец К. Корренс и австриец К. Чермак — сообщили, что еще 35 лет назад никому не известный чешский ученый Грегор Иоганн Мендель (1822—1884) открыл основные законы наследования отдельных признаков. 1900-й год, год вторичного открытия законов Менделя, принято теперь считать годом рождения науки о наследственности — генетики.

Внешне жизнь Менделя была тихой и малоприметной. Он родился в семье крестьянина-садовода. Мальчик страстно стремился к знаниям. У родите-

лей не было средств на образование сына. Ценой больших усилий и лишений Иоганн окончил гимназию, но университет был для него недоступен.

Двадцатилетним юношей Мендель переступил порог августинского монастыря в тихом богемском городке Брюнне (теперь г. Брно в Чехословакии). Можно было считать, что судьба его определилась: вместе с саном послушника он получил новое имя — Грегор и начал изучать священное писание. Прошло четыре года, и Мендель стал священником. Но вместо того, чтобы читать проповеди, причащать и исповедовать, он покинул святую обитель. Естествознание, точные науки влекли его по-прежнему. На средства монастыря Мендель едет в Вену и пытается поступить в университет, чтобы основательно изучить физику и математику. Потерпев неудачу, он возвращается в Брюнн.

Здесь священник Мендель начинает преподавать в реальном училище физику, математику и другие естественные науки и выкраивает в монастырском саду крохотный участок земли, чтобы начать опыты, которым было суждено прославить его имя на века.

В 1865 г. он опубликовал результаты своих работ, заложив научные основы генетики.

Основная цель, которую преследовал Мендель,— узнать законы, определяющие развитие потомков от скрещивания родителей, различавшихся своими наследственными признаками.

Все признаки, которыми характеризовались и отцовский и материнский организмы, были заложены в их половых клетках, и организм, образовавшийся из слившихся половых клеток (материнской яйцеклетки и отцовского сперматозоида), должен был нести признаки и отца и матери.

Но как, по каким законам комбинируются эти признаки у потомков, предшественникам Менделя не удалось выяснить. Ошибка этих ученых заключалась в том, что они пытались в одном скрещивании проследить за судьбой многих признаков, да при этом еще плохо подбирали пары для скрещивания, и все безнадежно запутывалось. Нужно было упростить задачу, не пытаться разрешить все проблемы сразу, но это-то и оказалось самым трудным.

Менделю помогла его склонность к точным наукам. Первое, на что он обратил внимание,— это число признаков, за которыми нужно следить. Важно было так подобрать пары для скрещивания, чтобы скрещиваемые организмы не отличались друг от друга ничем, кроме одного признака. Решив уравнение первой степени, можно перейти и к более сложным задачам. Как ни проста эта мысль Менделя, она была большим шагом вперед.

Но какие организмы взять для скрещивания? Мендель и здесь решил идти по пути максимального упрощения задачи. Он остановил свое внимание на растениях, причем на тех, которые опыляются собственной пыльцой. На перекрестноопыляющиеся растения ветер может случайно занести пыльцу с какого-нибудь другого растения, и тогда весь опыт пойдет насмарку. Из самоопылителей он выбрал горох.

Мендель перебрал 34 сорта гороха и оставил для опытов только 7 пар сортов. Сорта каждой пары различались лишь одним признаком. У одного сорта семена были гладкими, у другого — морщинистыми; стебель одного сорта был высокий, до 2 м, у другого еле-еле достигал 60 см; окраска венчика цветка у гороха одного сорта была пурпурной, у другого — белой.

В течение трех лет Мендель аккуратно высевал отобранные растения и убедился, что это чистые сорта, свободные от примесей. Затем Мендель приступил к скрещиваниям. У растения с пурпурным венчиком цветка он удалил тычинки с пыльниками и перенес на рыльце пестика пыльцу от растения с

белыми цветками. Прошел положенный срок, растение завязало плоды, и осенью в руках ученого были семена гибрида. Когда весной Мендель высеял семена гибрида в почву и дождался распускания бутонов, он обнаружил, что все цветки гибридных растений имели такую же пурпурную окраску, как и один из родителей (материнское растение).

Что же произошло? Может быть, пыльца белоцветкового растения оказалась недейственной? Но в таком случае никаких плодов не образовалось бы, ведь собственная пыльца материнского растения была удалена еще в тычинках. Может, опыту помешала посторонняя пыльца, занесенная случайно с красноцветкового растения? Но горох — строгий самоопылитель, и возможность заноса чужой пыльцы исключена. Но самое главное — в других скрещиваниях (сортов, различавшихся другими признаками) Мендель получил принципиально тот же результат. Во всех случаях у потомков первого скрещивания проявлялся признак только одного из родителей. Один из признаков оказался настолько сильным, что полностью подавил проявление другого признака. Мендель назвал его доминантным. Непроявившийся, слабый признак получил название «рецессивный». Так Мендель открыл первое правило, или закон, наследственности: *в гибридах первого поколения не происходит никакого взаимного растворения признаков, а наблюдается преобладание, доминирование одного (сильного) признака над другим (слабым) признаком.*

В то же лето Мендель провел вторую часть опыта. На этот раз он скрестил между собой пурпурнокрасных братьев и сестер, полученных после первой гибридизации. Полученные от нового скрещивания семена он высеял следующей весной. И вот на грядках зазеленели всходы. Какими будут цветки? Казалось, что исход опыта можно угадать безошибочно. Какое потомство может быть от скрещивания черной собаки с черной собакой? Очевидно, черная собака. А от скрещивания красноцветкового гороха с красноцветковым горохом? Очевидно, только горох с красными цветками. Но когда распустились бутоны, Мендель обнаружил, что у четверти растений окраска венчиков была белой. Признак белой окраски, казалось, исчезнувший после первого скрещивания, вновь появился у «внуков». Произошло то, что Мендель метко назвал *расщеплением признаков.*

Оказывается, при соединении зачатков белоцветкового и красноцветкового растений наследственные факторы белых цветков не растворялись, не исчезали, а лишь временно подавлялись сильными доминантными факторами краснолепестковости. Внешний вид таких гибридов был обманчив. Гибридная природа выявлялась только после второго скрещивания. Когда подавленный фактор белоцветковости одного гибридного растения встречался с таким же подавленным фактором второго гибридного растения, у их потомков развивались белые цветки. *Закономерность появления у потомков второго поколения признаков, подавленных в гибридах первого поколения*, Гуго де Фриз назвал в 1900 г. вторым законом Менделя или *законом расщепления.*

Когда Мендель проанализировал, у какого количества гибридов второго поколения появляются признаки доминантные и рецессивные, он обнаружил во всех случаях одну и ту же численную закономерность. После скрещивания гороха с гладкими и морщинистыми семенами Мендель получил 253 семени. Все они были гладкими. После скрещивания гладкосеменных гибридов между собой произошло в следующем поколении расщепление. Образовалось 7324 семени: 5474 гладких и 1850 морщинистых. Отношение гладких (доминантный признак) к морщинистым (рецессивный признак) равнялось 2,96 : 1. В другом опыте, где наблюдалось наследование окраски семян, из 8023 семян, полученных после второго скрещивания, 6022 оказались желтыми, а 2001 — зелеными. Отношение желтых к зеленым равнялось 3,01 : 1. Мендель сделал подобные расчеты для всех семи пар сортов. Результат был везде один и тот же. Расщепление доминантных и рецессивных признаков равнялось в среднем 3 : 1.

Мендель понимал, что обнаруженная им закономерность не может быть справедливой для отдельно взятого растения, она проявляется только при скрещивании большого числа организмов.

Ученый не ограничился моногибридным скрещиванием, т. е. таким, когда организмы различались только одним признаком. Основываясь на открытых закономерностях, он сначала рассчитал, а затем доказал на опыте, как происходит расщепление признаков в любых случаях. Мендель проверил свои выводы в опытах с растениями, различавшимися двумя, а затем и тремя признаками. Этого было достаточно, чтобы убедиться, что и в более сложных случаях его формулы верны.

Итак, Мендель сначала изучил наследственную устойчивость сортов гороха, затем обнаружил правило доминирования, позже расщепления, после этого проанализировал количественные закономерности расщепления для организмов, различавшихся одним, двумя и тремя признаками, наконец, дал формулы для любых скрещиваний. Все усложняя и усложняя свою работу, он поднимался ступенька за ступенькой к вершине своей теории — *предсказанию принципов устройства генетического материала.*

И именно этим предсказанием он опередил современную ему науку почти на полстолетия. Во времена Менделя ничего не было известно о материальных носителях наследственности — генах, а он описал их свойства подобно тому, как астрономы предсказывали существование еще никем не обнаруженных планет. Мендель рассуждал так: раз существует доминантность и рецессивность, проявляющаяся при скрещиваниях,— значит, половые клетки несут *наследственные факторы*, из которых один определяет свойство доминантности, другой — рецессивности. Так он предсказал существование факторов, позднее названных генами, каждый из которых отвечает за свойство определенного признака.

Раз эти половые факторы сочетаются в клетках гибридного организма, то все его клетки несут по *два фактора одного признака*. В зависимости от природы этих факторов организм будет содержать одинаковые факторы (такие организмы стали называть гомозиготными) или разные факторы (организм, гетерозиготный по данному признаку). Это и объясняло, почему при скрещивании организмов, внешне абсолютно похожих друг на друга, в потомстве вдруг появляются особи, внешне непохожие на своих прямых родителей, а напоминающие «деда» или «бабушку».

И наконец, Мендель высказывает предположение, которое по праву считают одним из самых важных его законов. Он приходит к мысли, что *половые клетки (гаметы) несут только по одному задатку каждого из признаков и свободны (чисты) от других задатков этого же признака*. Этот закон получил название «закон чистоты гамет».

После восьмилетнего труда Мендель сообщил о своих результатах. Его работа была опубликована в журнале Брюннского общества естествоиспытателей. Это провинциальное издание было мало известно среди ученых, издавалось оно небольшим тиражом, и не мудрено, что никакого эффекта в ученом мире статья Менделя не произвела.

После 1868 г. Мендель полностью оставил свои опыты. В это же время он начал слепнуть. Сказалось нечеловеческое напряжение, с каким он на протяжении более 10 лет разглядывал и сортировал десятки тысяч растений, цветков, стеблей, листьев, семян. В 1884 г., так и не получив признания, великий чешский ученый Грегор Иоганн Мендель скончался.

А спустя 16 лет весь научный мир узнал об открытиях Менделя. Сотни ученых во всем мире стали продолжать его исследования; позже законы Менделя удалось объяснить поведением хромосом (см. ст. «Наследственность»). Уже в наши дни гены были изучены на молекулярном уровне и материальные носители наследственности, существование которых предсказал Мендель, стали изучать с помощью методов биологии, физики, химии и математики.

Александр Онуфриевич Ковалевский

В 1859 г. появилась замечательная книга Ч. Дарвина «Происхождение видов». В ней автор доказывал, что все живые существа способны к изменениям, что все они развились из единого корня и, таким образом, все находятся между собой в каком-то родстве (см. ст. «Чарлз Дарвин и его эволюционное учение»). В то время громадное значение эволюционных идей Дарвина понимали лишь немногие ученые. Среди них были оба брата Ковалевские — эмбриолог Александр Онуфриевич и палеонтолог Владимир Онуфриевич. Великий английский натуралист Дарвин внимательно следил за деятельностью обоих братьев и считал, что их научная работа имеет огромное значение для обоснования его учения.

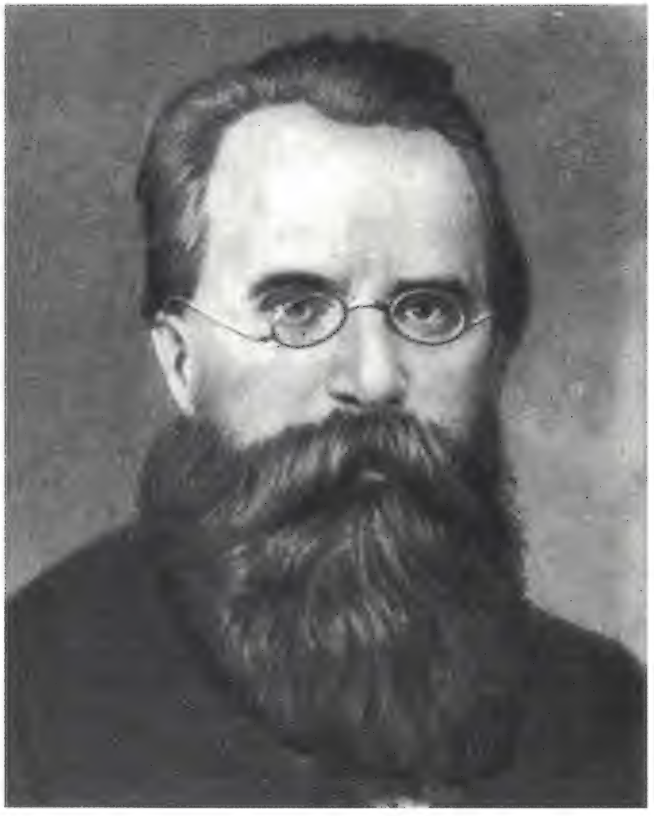
Мир животных, их развитие, происхождение, взаимная связь — вот что больше всего интересовало Александра Онуфриевича Ковалевского (1840—1901). Велики заслуги его в развитии учения о единстве происхождения животного мира.

Как на первый взгляд непохожи друг на друга животные, населяющие земной шар! Казалось бы, нет ничего общего между орлом и обезьяной. Что общего у маленького ланцетника, точно лезвие ножа прорезывающего морской песок, с асцидией, похожей на студенистый мешок и приросшей к камню в глубине моря?

До работ Чарлза Дарвина и его последователей, в том числе А. О. Ковалевского, подавляющее большинство ученых считали, что животные остаются неизменными в том виде, в каком они появились на Земле, что они созданы божественной силой и никакого родства между ними нет.

Теперь, когда эволюционное учение Дарвина принято всем человечеством, трудно представить себе, как много требовалось в те годы настойчивости и таланта, чтобы отстаивать его.

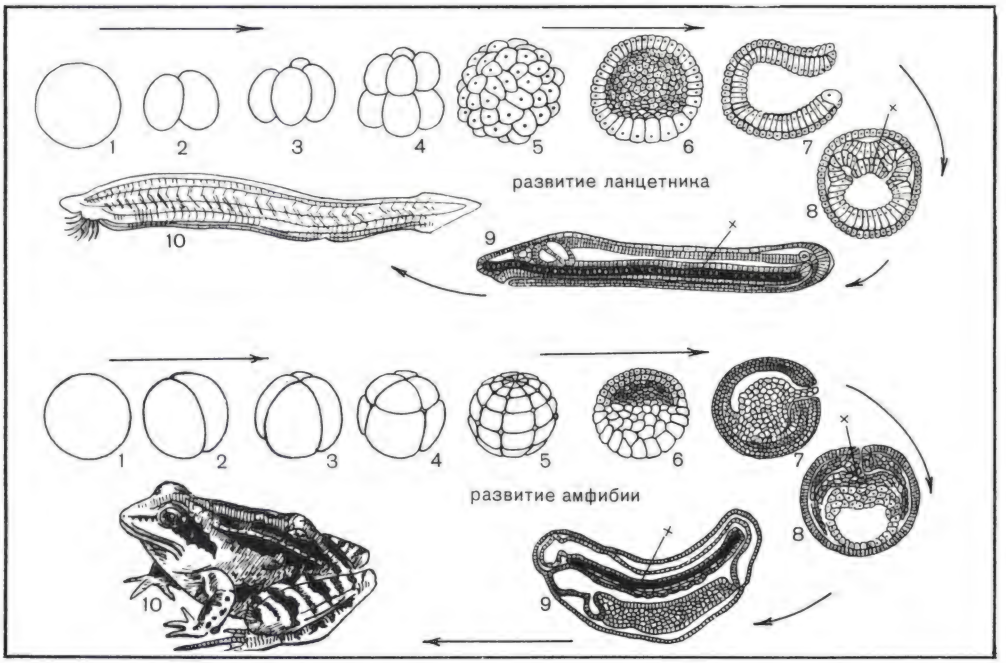
Существует много доказательств единства происхождения и родства между отдельными группами животного мира: сходство в строении тела различ-



ных животных, сходство современных животных с ископаемыми остатками ныне уже вымерших видов, переходные и реликтовые формы (реликтовые формы — организмы, в значительной мере вымершие и сохранившиеся только в некоторых местах), особенности географического распространения и, наконец, сходство в строении зародышей и их развитии.

Изучая ранние стадии развития самых различных животных, А. О. Ковалевский выявил у их зародышей сходство, доказывающее единство происхождения и родственную близость. Всю свою жизнь Ковалевский посвятил обоснованию этой идеи.

До исследований А. О. Ковалевского казалось невозможным установить связь между животными позвоночными (рыбы, амфибии, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие) и беспозвоночными (губки, кишечнополостные, черви, моллюски, членистоногие). Взяв для своего исследования ланцетника, ученый убедился, что это простое по своему строению животное не имеет позвоночника и черепа, но у него есть внутренний скелет — хорда, которая имеется у всех эмбрионов позвоночных. Таким образом, хорда представляет собой отличительный признак их эмбрионального развития. Следовательно, ланцетник занимает промежуточное положение между беспозвоночными и позвоночными. Изучив затем развитие зародышей оболочниковых — мешковидных морских животных, в том числе и асцидий, Ковалевский установил и их родство с позвоночны-



Изучая ранние стадии развития животных, так называемое эмбриональное развитие, можно установить родственные связи между различными животными. На рисунке изображено зародышевое развитие ланцетника и амфибии (лягушки): *1—4* — последовательные стадии деления яйцевой клетки; *5* — пузыревидная стадия (бластула); *6* — разрез бластулы; *7* — двухслойная стадия (в разрезе); *8* — поперечный разрез зародыша (уже можно различить клетки, из которых будет образована хорда); *9* — продольный разрез зародыша на более поздней стадии развития (хорда уже образовалась); *10* — взрослое животное; *x* — хорда, показанная на разрезах животного в разных стадиях развития.

ми, поскольку они в личиночном состоянии либо в течение всей жизни также имеют хорду. Исследуя различные группы животных на всех этапах их развития, Ковалевский доказал неразрывную связь между беспозвоночными и позвоночными животными.

Ученому было очень хорошо известно, как богата и разнообразна морская фауна. Уже в то время наука насчитывала 53 класса животных, обитающих в море, и только 25 классов — обитающих на суше. Кроме того, в море сохранились наиболее древние, просто организованные виды животных. Поэтому Ковалевский 40 лет вел исследования на Средиземном, Адриатическом, Красном, Черном и Каспийском морях. Он был одним из организаторов Севастопольской биологической станции. К южным морям его особенно влекло богатство их животного мира.

На берегу Средиземного моря в 1865 г. Ковалевский познакомился с Мечниковым и подружился с ним на всю жизнь (см. ст. «Илья Ильич Мечников»).

Ковалевский отдавал научной работе всю свою энергию, все свои скудные средства и постоянно испытывал материальные лишения. Александр Онуфриевич был из числа тех ученых, которые всю жизнь посвящали служению одной идее. Он умел отделить главное от второстепенного, смело ставил и решал основные вопросы в избранной им области науки. Отличаясь чрезвычайной скромностью, сердечностью и добротой, он в то же время был непоколебим в своих убеждениях. Период деятельности А. О. Ковалевского иногда называют русским этапом развития эмбриологии или даже этапом Ковалевского.

Владимир Онуфриевич Ковалевский

Имя выдающегося ученого, одного из основателей эволюционной палеонтологии, Владимира Онуфриевича Ковалевского (1842—1883) пользуется мировой известностью. Его работы высоко оценил Дарвин.

Палеонтология — наука о древних ископаемых организмах, которые когда-то жили на Земле. Некоторые остатки их — кости, зубы, раковины моллюсков, твердые части скелетов иглокожих и т. д. — сохранились в слоях земной коры. Кроме того, в этих

слоях иногда встречаются отпечатки животных и растений. По этим остаткам и следам ученые судят, каким был животный и растительный мир в давно прошедшие времена — много миллионов лет назад. Таким образом, палеонтологические находки дают ученым возможность восстановить историю жизни на Земле. Заслуга В. О. Ковалевского в том, что он, изучая кости некоторых ископаемых животных, показал, как нужно расшифровывать эти «летописи» и восстанавливать по ним историю развития животных.

Биография В. О. Ковалевского очень интересна. Она показывает, как много может сделать за короткий срок одаренный человек, если возьмется за дело с любовью и энергией. Его родители — витебские помещики — вовсе не хотели, чтобы сын их стал ученым. Они отдали его в школу, готовившую юристов и чиновников-администраторов. Но Владимир Онуфриевич не захотел стать юристом. После смерти отца он зарабатывал деньги литературным трудом, переводами книг. Двадцати шести лет Ковалевский женился на девушке, обладавшей замечательными математическими способностями и впоследствии став-

шей знаменитым математиком. Это была Софья Васильевна Корвин-Круковская, по мужу Ковалевская. В то время в России женщинам нельзя было учиться в высшей школе, и Ковалевский уехал вместе с женой в Германию, в г. Гейдельберг. Здесь Софья Васильевна поступила в университет, а Владимир Онуфриевич занялся естественными науками — сперва геологией, а потом палеонтологией.

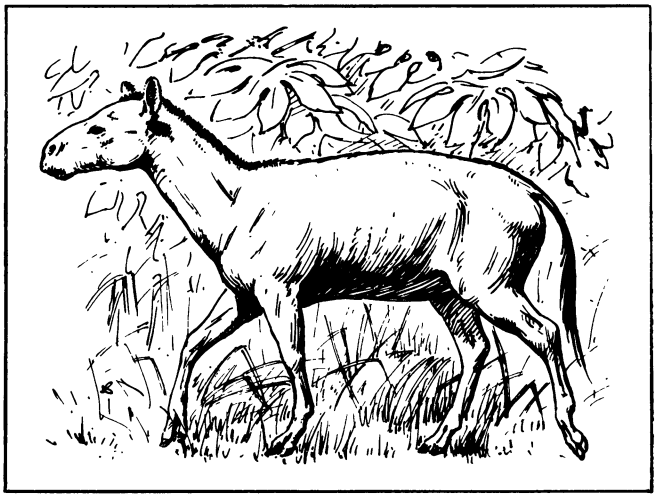
Заинтересовавшись этой новой, еще мало разработанной областью знания, Ковалевский за несколько лет в совершенстве овладел ею. Он самостоятельно прочел специальную литературу на трех языках — немецком, французском и английском — и стал объезжать музеи Европы, где были собраны палеонтологические коллекции. Ковалевский побывал в Мюнхене, Париже, Лондоне, всюду изучая остатки древних млекопитающих, преимущественно копытных. На это ушло несколько лет.

Какую же цель поставил перед собой ученый? В 60—70-х годах XIX в. крупнейшим событием в области биологии была теория Дарвина о естественном развитии животного мира. У Дарвина к тому времени имелось уже много сторонников, но было немало и противников. Противники утверждали, что учение Дарвина об изменении видов животных бездоказательно, поскольку никто непосредственно не наблюдал и не может наблюдать процесс исторического развития животных в природе. По их мнению, имелись лишь косвенные, а не прямые доказательства справедливости учения Дарвина. Находки ископаемых животных, конечно, могли бы стать фактическими документами истории развития животного мира. Их значение для доказательства своей теории прекрасно понимал Дарвин. Однако палеонтология в то время была еще недостаточно развита. Существовали лишь описания древних находок.

Ковалевский стал горячим сторонником теории Дарвина. В связи с этим ему и пришла в голову счастливая мысль доказать справедливость дарвиновской теории на палеонтологических находках. Для этого следовало выбрать какую-нибудь группу ископаемых животных, лучше других представленную в европейских музеях, сравнить кости животных, сопоставляя древние формы с более новыми. Такого исследования никто не проводил, и Ковалевский первый серьезно занялся этим. Вот поэтому-то ему и потребовались такие долгие розыски в музеях Европы.

Наконец, он остановился на млекопитающих и на первых порах принялся тщательно изучать ископаемого предка лошади, названного анхитерием. Кости этого животного нашел в свое время в каменоломнях близ Парижа знаменитый естествоиспытатель

Реконструкция анхитерия.



Кювье (см. ст. «Жорж Кювье»). Ковалевский разыскивал во французских музеях кости анхитерия, рассматривал их, зарисовывал, сравнивал между собой, не оставляя без внимания ни одного бугорка, ни одной впадинки. Форма кости связана со строением мышц, для которых кости с их выступами и ямками служат местом прикрепления. Мышцы — органы движения животного, а действия животного неотделимы от его образа жизни, способов передвижения, питания и т. д. Следовательно, характер жизни животного отражается на костях, на их форме и положении.

Рассуждая так, ученый воссоздал из остатков давно исчезнувшего животного его живой образ. Располагая в один ряд одноименные кости древних и более новых представителей той же группы, Ковалевский подмечал, как изменялась та или иная кость. Отсюда он заключал, в каком направлении шло изменение животного в целом. В результате исследований Ковалевского история возникновения и развития лошади стала одним из наиболее изученных вопросов палеонтологии.

У изученного Ковалевским анхитерия было на ноге три пальца. У большинства млекопитающих на ноге пять пальцев, а у современной лошади — всего лишь один. По бокам плюсневой кости у лошади скрыты под кожей две маленькие косточки. Ковалевский предположил, а затем и доказал, что эти косточки не что иное, как исчезающие остатки боковых пальцев анхитерия. Предки лошади опирались при ходьбе и беге на средний палец. Боковые же пальцы не касались земли и с течением времени исчезли, атрофировались. Этот процесс шел постепенно, на протяжении жизни множества поколений, примерно 20 млн. лет.

После Ковалевского многие ученые Европы и Северной Америки продолжали разыскивать ископаемые остатки предков анхитерия. Так по методу Ковалевского была восстановлена почти полная родословная лошади. В начале этой родословной ставят теперь небольшое животное, ростом с лисицу,— так называемого гиракотерия. От него и произошли все промежуточные звенья в родословной лошади, в том числе и анхитерий.

Исследование Ковалевского служило лучшим подтверждением мысли Дарвина, что животные не всегда были такими, какими мы их видим теперь, а изменялись и со временем стали непохожими на своих предков.

Ковалевский установил также, что относительная целесообразность строения организмов вырабатывается в связи с определенными условиями среды. Достигается она разными путями — глубокими и неглубокими изменениями в строении организмов в результате естественного отбора. Это важное положение в палеонтологии носит название *закона Ковалевского.*

Ковалевский прекрасно понимал значение своих палеонтологических исследований для обоснования дарвиновской теории эволюции. Вот что он писал Дарвину в предисловии к одной из своих работ: «...я попытался, опираясь на точные анатомические основания, представить ход этой эволюции для некоторой части животного мира и могу даже сказать, что для некоторых из главных типов наших существующих еще ныне наземных млекопитающих этот ход развития удается представить так ясно, что едва ли может оставаться сомнение в правильности теории эволюции».

Первая работа Ковалевского об анхитерии и других предках лошади была напечатана на французском языке в «Записках» русской Академии наук в 1873 г. и тогда же в несколько измененном виде появилась на русском языке отдельной книгой. Эту работу Ковалевский представил в качестве диссертации в Петербургский университет, где в 1875 г. получил ученую степень магистра.

В эти же годы он написал еще несколько работ, посвященных той же группе копытных. В них он продолжал развивать свои идеи о «цепи родственных форм», ведущих к современной лошади.

Все палеонтологические труды Ковалевского написаны за границей, до возвращения в Петербург, в течение 5—6 лет. Ранее Ковалевский не занимался геологией и палеонтологией. И за короткий срок, в течение которого студент лишь успевает получить высшее образование, Ковалевский не только овладел новой для него специальностью, но и сделал в этой области ряд замечательных открытий. Как же это могло случиться? Конечно, здесь дело не только в выдающихся способностях ученого. В научной работе ему очень помогало прекрасное знание иностранных языков. Кроме того, поистине влюбленный в науку, Ковалевский обладал настойчивостью и работал с неудержимым энтузиазмом. Все это дало Ковалевскому возможность совершить столь редкий в истории науки подвиг.

Дарвин высоко оценил исследования Ковалевского. Об этом свидетельствует К. А. Тимирязев, который в 1877 г. посетил Дарвина в его доме в Дауне и беседовал с ним. Но в России того времени не понимали их значения. Даже геологи оказали его трудам холодный прием. Не встретил Ковалевский необходимой поддержки и в Московском университете, где в 1881 г. начал читать лекции.

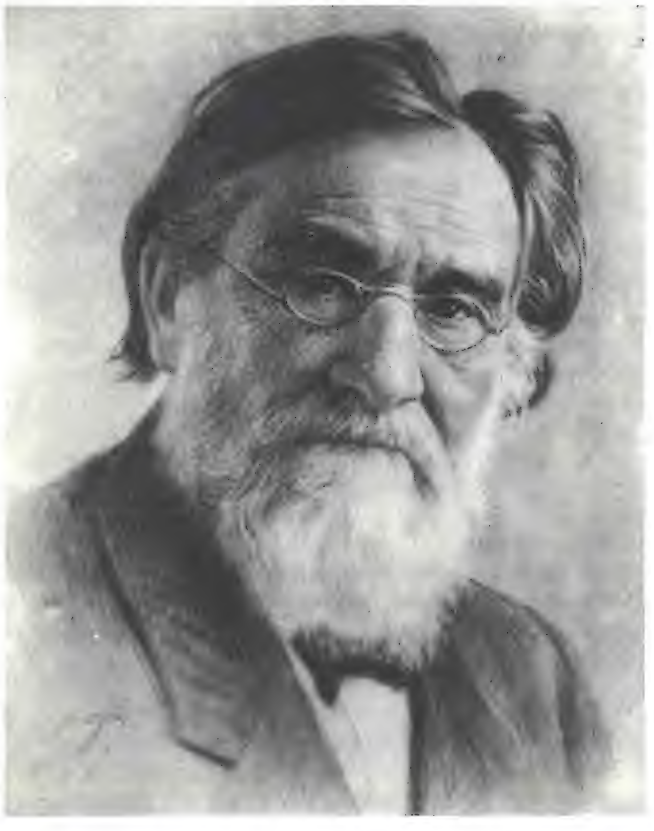
Мировая слава пришла к Ковалевскому уже после смерти, когда его признали не только замечательным продолжателем учения Дарвина, но и основателем нового этапа в развитии палеонтологии, а именно создателем *эволюционной палеонтологии.*

Илья Ильич Мечников

В 1862 г. в редакцию московского журнала «Бюллетень Московского общества испытателей природы» по почте пришел пакет из Харькова. В нем находилась рукопись «Некоторые факты из жизни инфузорий». Под статьей стояла подпись никому не известного автора: «Илья Мечников». Не удивительно, что в ученых кругах о нем не знали: семнадцатилетний Мечников тогда еще только окончил гимназию и это была его первая научная работа. Статья появилась лишь три года спустя, в дополнительном выпуске другого журнала — «Вестник естественных наук». Так начал свою деятельность знаменитый биолог дарвинист, впоследствии прославивший свое имя блестящими научными открытиями.

Уже в 23 года Илья Ильич Мечников (1845—1916) стал известным ученым. Двенадцать лет Мечников был профессором Новороссийского университета (так называли тогда Одесский университет).

Мечников главным образом изучал зародышевое развитие беспозвоночных морских животных, встречающихся в теплых морях. Для этих исследований были необходимы только свежие или, лучше, живые организмы. Поэтому ученому приходилось подолгу работать в Неаполе, Мессине и других местах



Средиземноморского побережья. Мечников исследовал множество губок, медуз, иглокожих, червей, моллюсков. Он решил доказать единство в развитии различных беспозвоночных животных на примерах их зародышевого развития. Такие исследования были очень нужны, потому что они подтверждали правильность учения Дарвина о единстве происхождения животного мира. Изучив большое число видов, Мечников доказал, что Дарвин был прав: животных нельзя рассматривать как отдельные, независимые формы. Все они, несмотря на большое разнообразие, связаны родством, у всех у них общие предки. Поэтому животные и развиваются сходно и на ранних ступенях развития оказываются похожими друг на друга.

У Мечникова был большой друг — Александр Ковалевский, который работал в этой же области науки (см. ст. «Александр Онуфриевич Ковалевский»). Мечникова и Ковалевского справедливо называют создателями *эволюционной эмбриологии* — нового учения о зародышевом развитии животных, основанного на принципах дарвинизма. Оба зоолога постоянно общались друг с другом, встречаясь на биологических станциях в Италии, работая в одном университете (Одесса), а также обменивались письмами, в которых описывали свои наблюдения и открытия, помогали друг другу критикой и советами. Эта переписка длилась около 30 лет и представляет собой замечательный памятник дружбы и научного сотрудничества двух выдающихся русских ученых.

Доказывая, что все многоклеточные животные произошли от низших, более просто устроенных форм, Мечников особенно интересовался вопросом: что же представляла собой эта первобытная примитивная форма — родоначальница всех многоклеточных животных? Не сохранилось ли на земном шаре хоть одно живое существо, которое в основных чертах напоминало бы эту древнейшую форму? Изучая развитие губок и медуз, Мечников обнаружил, что крошечные личинки некоторых из этих организмов состоят из группы клеток, покрытых снаружи одним слоем клеточек с ресничками. Никаких органов у личинок нет. Пищевые частички захватываются прямо клетками тела и перевариваются непосредственно в них. Мечников назвал такую личинку паренхимулой и высказал предположение, что древнейшие предки многоклеточных животных походили на подобную личинку. Эту теорию до сих пор поддерживают многие биологи. По сходству с личинкой паренхимулой Мечников назвал предполагаемого предка многоклеточных животных паренхимеллой, а позднее дал ей принятое и сейчас в науке название — фагоцителла.

В 1883 г. в итальянском городе Мессине Мечников сделал замечательное открытие: он обнаружил, что у личинок морских звезд есть в теле свободные клетки, которые могут передвигаться подобно амебам (см. ст. «Простейшие»). Совершенно так же, как амебы, эти клетки захватывают и переваривают органические частицы, попадающие в тело животного. Мечников провел серию опытов: в тело личинок морских звезд он вводил различные посторонние частицы. Подвижные клетки скапливались вокруг инородных тел и переваривали их, а если не могли переварить, то просто облепляли, образуя как бы защитный слой. Мечников назвал подвижные клетки *фагоцитами*, что в переводе на русский язык означает «клетки-пожиратели». Дальнейшие исследования показали, что такие странствующие клетки-пожиратели имеются не только у морских звезд, но и у других животных. Существуют эти клетки и у человека, науке они давно известны под названием *лейкоцитов* или белых кровяных телец.

Гениальная догадка Мечникова состояла в предположении, что фагоциты — это защитные клетки тела животных и человека. Если, например, в тело

человека попадают вредные микробы, то фагоциты устремляются к ним, борются с ними, захватывают и переваривают их. При этом фагоциты гибнут массами. Распавшиеся тела фагоцитов образуют часть гноя. В процессе борьбы пораженное место распухает из-за притока фагоцитов, температура тела повышается, наступает воспаление.

Так возникла знаменитая мечниковская теория воспалительных процессов. Сперва она вызвала резкую критику и протесты со стороны многих ученых, главным образом медиков, но затем была принята всем ученым миром.

Почти вся дальнейшая жизнь Мечникова была посвящена обоснованию и защите фагоцитарной теории. Ученый изучал воспалительные процессы, заразные заболевания и их возбудителей — различных патогенных (болезнетворных) микробов. Эта работа привлекла к себе внимание, имя ученого стало известно в широких кругах России и за рубежом.

В 1888 г. знаменитый французский бактериолог Луи Пастер — один из создателей современной микробиологии — пригласил русского ученого на постоянную работу в свой институт в Париже. Мечников принял это предложение, потому что в царской России не было подходящих условий для его научной деятельности. Переселившись в Париж, Илья Ильич работал в институте Пастера 28 лет, до самой смерти. В России он бывал лишь наездами. Пастер создал для него особую лабораторию, которая скоро стала центром передовой медицинской мысли. В круг исследований Мечникова вошли многочисленные вопросы бактериологии и учения о заразных болезнях. Он исследовал возбудителей тифа, чумы, холеры.

Под конец жизни его особенно стал интересовать вопрос о продлении жизни человека. Мечников считал, что преждевременная старость — результат постоянного отравления организма ядовитыми веществами (токсинами), которые выделяются микробами, живущими в толстых кишках. Отсюда возникла мысль о борьбе со старческими изменениями в организме с помощью пищевого режима. Мечников рекомендовал употреблять в пищу особый вид простокваши, который угнетающе действует на вредных кишечных микробов. Не отрицая больших диетических достоинств простокваши, все же следует отметить, что значение простокваши как средства, удлиняющего жизнь, Мечников, несомненно, преувеличил. В то же время нельзя не оценить высокого вклада Мечникова в учение о борьбе со старением организма и о продлении жизни человека. Стремление Мечникова продлить человеческую жизнь сделало его имя еще более популярным.

Выдающиеся труды нашего знаменитого соотечественника не только обессмертили его имя, но и высоко подняли знамя русской науки. Идеи Мечникова и сейчас способствуют развитию многих отраслей биологии и медицины.

Климент Аркадьевич Тимирязев

В одной из своих статей Климент Аркадьевич Тимирязев (1843—1920) писал, что в начале своей деятельности он поставил перед собой две задачи: работать для науки и писать для народа.

В юности он испытал на себе огромное влияние революционных и демократических идей Герцена и Чернышевского, Добролюбова и Писарева. Эпоха 60-х годов сделала Тимирязева на всю жизнь истинным демократом. Климент Аркадьевич всегда боролся с уродливыми сторонами русской действительности и был совестью русской науки. Не случайно, что в конце своего жизненного пути он горячо приветствовал Октябрьскую социалистическую революцию.

Первое серьезное жизненное испытание Тимирязев встретил еще будучи студентом. В 1861 г. он отказался подписать заявление о том, что не будет заниматься антиправительственной деятельностью. За это его исключили из университета. Горячо любящий науку юноша рисковал навсегда распроститься с ней, но не отступил от своих убеждений. К счастью, Тимирязеву удалось закончить университет вольнослушателем.

Сразу после окончания университета Тимирязев выехал за границу, в Германию и Францию, где работал в лабораториях выдающихся ученых. Позднее Климент Аркадьевич совершил поездку в Англию, где посетил Чарлза Дарвина в его имении Даун. По возвращении из-за границы он начал преподавать в Москве, в Петровской сельскохозяйственной академии (ныне Сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева). Позднее ученый стал профессором Московского университета.

Еще будучи студентом, Тимирязев напечатал в журнале «Отечественные записки» статьи о теории Чарлза Дарвина, а на последнем курсе университета издал их в виде отдельной книги «Краткий очерк теории Дарвина». Из этих статей впоследствии вырос замечательный труд Тимирязева — книга «Чарлз Дарвин и его учение», по которой, по словам академика В. Л. Комарова, учились дарвинизму

многие поколения русских биологов. Замечателен и труд Тимирязева «Исторический метод в биологии», в котором получили дальнейшее развитие некоторые положения Дарвина. В своих работах Тимирязев подчеркивал значение эволюционной теории для выяснения природы наследственности и образования форм у растений, чем, по его мнению, и должна заняться особая наука о жизни растений (физиология растений).

Тимирязев боролся за это материалистическое учение против русских и зарубежных антидарвинистов. Не менее ценна борьба К. А. Тимирязева против русских виталистов. Виталисты утверждают, что организмы управляются особым нематериальным началом — «жизненной силой», свойственной лишь живому, и что потому наука не в состоянии разрешить ряд важнейших вопросов. Тимирязев в своей статье «Витализм и наука» ответил виталистам: «Если наука и не знает в настоящее время чего-нибудь, то она будет знать это в будущем».

Много времени и труда отдал Тимирязев разработке важнейшего вопроса биологии: какова роль солнечного луча в создании зеленым растением органического вещества? В результате длительного изучения спектра поглощения зеленого пигмента — хлорофилла ученый установил, что наиболее интенсивно поглощаются им красные и несколько слабее сине-фиолетовые лучи. Кроме того, он выяснил, что хлорофилл не только поглощает свет, но и химически участвует в самом процессе фотосинтеза. Современная наука подтвердила эти выводы ученого.

Однако главная научная заслуга Тимирязева заключается в доказательстве того, что величайший закон природы — закон сохранения энергии — распространяется и на процесс фотосинтеза, а следовательно, и на живую природу. Большинство исследователей тех лет отрицали эту связь. Разработав методику необычайно точного исследования, Тимирязев установил, что только поглощаемые растением лучи производят работу, т. е. осуществляют фотосинтез (см. ст. «Как устроено и питается зеленое растение»). Зеленые лучи, например, не поглощаются хлорофиллом, и в этой части спектра фотосинтез не происходит. Кроме того, он отметил, что существует прямая пропорциональность между количеством поглощенных световых лучей и произведенной работой. Иными словами, чем больше световой энергии поглощено хлорофиллом, тем интенсивнее идет фотосинтез. Хлорофилл больше всего поглощает красные лучи, поэтому в красных лучах фотосинтез идет интенсивнее, чем в синих и фиолетовых, которые поглощаются слабее. Наконец, Тимирязев доказал, что на фотосинтез затрачивается не вся поглощенная энергия, а лишь некоторый ее процент (1—3%).

Много лет прошло после появления работ Тимирязева о фотосинтезе. Знания о химической природе хлорофилла, о самом процессе фотосинтеза ушли далеко вперед. Теперь точно известен химический состав хлорофилла и даже расположение всех атомов в его сложной молекуле. В наше время химикам удалось синтезировать хлорофилл. Установлено также, что энергия светового луча разлагает воду, а не углекислый газ. Тем не менее результаты работ К. А. Тимирязева остаются прочным основанием, на котором покоится современное учение об изумительном процессе создания органического вещества из углекислого газа и воды под действием солнечного луча. Лист зеленого растения — чудесная «кладовая», куда оно складывает поглощенные солнечные лучи в виде ряда химических соединений, обладающих запасом потенциальной энергии (крахмал, сахар). В этом и заключается, по словам Тимирязева, космическая роль зеленого растения.

Чисто теоретический, на первый взгляд отвлеченный, вопрос, поставленный Тимирязевым, имеет огромное практическое значение. Основная задача аг-

рономии — возможно более полно использовать солнечный луч. Каждый луч, упавший на растение, но не усвоенный им, пропадает не только для растения, но и для человечества. Лучшее использование солнечных лучей достигается более ранними сроками сева, правильным распределением растений в поле, применением удобрений, созданием наиболее урожайных сортов и т. д. Поэтому-то теоретическая работа Тимирязева стала одной из научных основ сельского хозяйства и тем самым оказалась тесно связанной с практикой.

К. А. Тимирязев — автор замечательной книги «Жизнь растения». В ней он с большим мастерством рассказал, как питается, растет, развивается и размножается зеленое растение.

В 1896 г. на Всероссийской выставке в Нижнем Новгороде (ныне г. Горький) Тимирязев организовал демонстрацию опытов, показывающих, как питаются растения. Он демонстрировал водные культуры растений, т. е. растения, выращенные в банках с водным раствором необходимых питательных веществ (солей). Чтобы наглядно показать посетителям выставки, что же именно необходимо растению для нормального питания, Тимирязев впервые в России построил вегетационный домик. Вегетационный домик представляет собой неотапливаемую теплицу. Внутри нее проложены рельсы, на которых стоят вагонетки с растениями в сосудах. Днем вагонетки выкатываются наружу, в ненастную погоду и вечером вкатываются в домик. Водные культуры растений, а также культуры растений в сосудах с почвой и песком хорошо удаются в вегетационном домике.

Огромное влияние на развитие русской агрономической науки оказала доступно и интересно написанная Тимирязевым книга «Земледелие и физиология растений». Этот его труд не утерял значения и в наше время. Посвятил его Тимирязев памяти одного из своих учителей — Жана Батиста Буссенго, лекции которого он слушал в Париже в молодости. Буссенго был выдающимся физиологом растений и агрохимиком. (Агрохимия — это наука о химии почв, растений и удобрений и о применении химии для увеличения урожая.)

Особенно примечательна в книге глава «Борьба растений с засухой». Она написана под свежим впечатлением ужасной засухи и голода в России в 1891 г. В этой главе Тимирязев пишет: «В настоящую минуту, когда всеобщее внимание сосредоточено на изыскании мер борьбы с засухой, я полагаю, не бесполезно ознакомиться с теми мерами, которые применяет само растение в борьбе с этим злом, постоянно грозящим его существованию».

Прежде всего Тимирязев отвечает на вопрос: для чего нужна растению вода? Ученый утверждает, что вода входит в состав тела растения, поскольку все химические процессы в нем могут совершаться только в жидкой среде. Кроме того, без воды невозможны ни рост, ни развитие растения. Эту воду, тесно связанную с жизнедеятельностью растения, Тимирязев называет водой «организационной» и отмечает, что, если бы растение нуждалось только в ней, оно вряд ли страдало бы от засухи.

Помимо «организационной» воды растение нуждается в гораздо большем количестве воды «расхожей», т. е. воды, которая поглощается корнями, а затем быстро испаряется поверхностью листьев. На каждые 16 кг зерна злаковые растения испаряют около 1000 кг воды. Из этого легко вычислить, сколько воды испаряют растения с единицы площади. По расчетам Тимирязева, поле ячменя или пшеницы получает в засушливом Заволжье в обычный год 138 мм осадков, а испаряет из них 102 мм за лето. В 1891 г. на таком поле выпало всего 69 мм осадков. Растениям не хватало воды, и они сильно страдали от засухи.

К. А. Тимирязев отмечает, что хотя растение и повреждается при очень сильном испарении воды, но само испарение, снижающее температуру тела растения, для него необходимо. В то же время у растений есть приспособления, которые уменьшают испарение: кутикула (восковой налет) и покров из мертвых волосков, наполненных воздухом. Воздух — плохой проводник тепла, он предохраняет растение от излишнего перегрева и этим уменьшает испарение воды.

Кроме того, некоторые растения засушливых мест (кактусы) имеют сокращенную листовую поверхность, а другие во время засухи совсем сбрасывают листья. Наконец, к таким приспособлениям относится и сокращение испарения путем замыкания устьиц (см. ст. «Как растения борются с засухой и засолением почвы»).

В своей книге Тимирязев пишет также и о практических мерах борьбы с засухой. Многие из них (лесные полезащитные полосы, глубокая пахота, борьба с сорняками, засухоустойчивые сорта) получили широкое распространение лишь в социалистическом сельском хозяйстве. Основной мерой борьбы с засухой ученый считал применение орошения.

В последние годы жизни Тимирязев был тяжело болен и почти не работал. Но Великая Октябрьская революция всколыхнула его творческие силы. В первые годы Советской власти он написал несколько статей, в которых приветствовал пролетарскую ре-

волюцию. Свою книгу «Наука и демократия» Тимирязев послал В. И. Ленину. В ответ на это Тимирязев получил 27 апреля 1920 г. письмо:

«Дорогой Климентий Аркадьевич! Большое спасибо Вам за Вашу книгу и добрые слова. Я был прямо в восторге, читая Ваши замечания против буржуазии и за Советскую власть. Крепко, крепко жму Вашу руку и от всей души желаю Вам здоровья, здоровья и здоровья! Ваш В. Ульянов (Ленин)».

Тимирязев — ученый, мыслитель, популяризатор науки и гражданин — служит примером для нашей молодежи. Книги Тимирязева помогают даже сложившимся ученым находить правильное решение трудных научных вопросов.

Николай Иванович Вавилов

«Жизнь коротка, а так много нужно сделать!» — эти слова принадлежат выдающемуся советскому ученому Николаю Ивановичу Вавилову (1887—1943). И то, что сделал он для науки за свою действительно недолгую жизнь, хватило бы на несколько жизней.

Родился Николай Иванович в Москве. Окончив коммерческое училище в 1906 г., он поступил в том же году в Московский сельскохозяйственный институт — «Петровку», как его тогда называли.

Студент «Петровки» Николай Вавилов поражал своих товарищей и преподавателей неистощимой энергией, трудоспособностью, инициативой. На старших курсах он с увлечением работал уже над серьезной научной проблемой — изучал иммунитет у растений, т. е. невосприимчивость растений к паразитическим заболеваниям: ржавчине, головне и др. Он же организовал первый в истории Московского сельскохозяйственного института студенческий научно-исследовательский кружок. На его заседания, где кружковцы часто выступали с важными научными сообщениями, всегда стекалось много студентов и преподавателей «Петровки».

Кончен курс обучения, и Вавилов едет в командировку в страны Западной Европы для расширения научного кругозора и овладения новейшими методами исследований. Вернувшись через год на родину, он блестяще защищает диссертацию по проблемам иммунитета растений и вскоре его избирают профессором Саратовского университета.

Здесь молодой профессор быстро становится любимым и самым популярным педагогом, здесь к

нему приходит и мировая слава. За три года Н. И. Вавилов успел подробно исследовать культурные растения юго-востока Европейской части России. Возглавляемые им экспедиции обследовали все Нижнее Поволжье. Летом 1920 г. на Третьем Всероссийском съезде селекционеров и семеноводов в Саратове ученый выступил с докладом «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости».

После того как Вавилов закончил свой доклад, все делегаты съезда долго приветствовали его, а один из них воскликнул: «Это ботаники приветствуют своего Менделеева!» И в самом деле сравнение было очень удачным.

Д. И. Менделеев открыл, что каждый химический элемент занимает строго определенное место среди остальных элементов, имеющихся на Земле, в соответствии с атомным весом и другими свойствами. Великий ученый-химик создал периодическую систему, которая позволила точно установить место каждого элемента и даже предсказывать существование еще не известных науке элементов. *Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости* Н. И. Вавилова хотя и не может с такой же точно-

стью установить место каждого живого организма в растительном или животном мире, но он помогает исследователю ориентироваться среди огромного разнообразия живых существ, объединяемых в науке по видам, родам, семействам и т. д.

В природе и на опытных делянках Вавилов обнаружил удивительное повторение одних и тех же признаков у растений, принадлежащих к совершенно различным ботаническим видам. Так, у мягкой пшеницы есть растения с остистыми колосьями, без остей, полуостистые; белоколосые, красноколосые, черноколосые, сероколосые; с опушенными колосковыми чешуями и с неопушенными; высокорослые и низкорослые; озимые и яровые; поражающиеся грибными заболеваниями и непоражающиеся и т. д. Родственные мягкой пшенице виды — плотноколосная пшеница, круглозерная пшеница, пшеница спельта, пшеница маха — имеют точно такие же формы. Это явление Вавилов объяснил так: у родственных организмов изменчивость признаков идет в одном направлении, т. е. параллельно. Такую параллельную изменчивость имеют не только виды одного и того же рода, но и виды близких по своему происхождению родов, например пшеницы, ячменя, ржи, риса, овса и других злаков.

Вавилов установил, что подобный параллелизм (гомологичность) изменчивости присущ не только растительному, но и животному миру. В основе этого явления лежат не случайные, а вполне закономерные генетические, т. е. наследственные, вернее филогенетические, взаимосвязи между поколениями организмов (по-гречески «филон» — род, «генезис» — происхождение). Чем ближе по своим наследственным связям особи видов, родов и даже семейств, тем резче проявляется у них параллелизм признаков.

Мы уже говорили, что закон Вавилова помогает биологам в изучении видов растений и животных, которое все продолжается. Кроме того, он облегчает поиск нужных для селекции хозяйственных признаков растений и животных. Зная изменчивость признаков у одного вида, можно сделать вывод, что она будет примерно такой же у другого близкого вида. Так была найдена, например, озимая форма твердой пшеницы, существование которой раньше оспаривалось. Этот закон может способствовать также более рациональному использованию органических богатств Земли. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости признан ныне одним из основных законов живой природы.

В 1924 г. в Ленинграде был организован Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур (позднее Всесоюзный институт растениеводства, ВИР). Директором его назначили Вавилова. Николай Иванович привлек к работе в институте талантливых, активных ученых и развернул разносторонние исследования растительных богатств мира. Впоследствии блестящие результаты этих исследований принесли институту не только всесоюзную, но и мировую известность.

В те годы страна боролась с последствиями войны — голодом и разрухой. Неотложной задачей был подъем сельского хозяйства. Путь к этому Николай Иванович видел в резком улучшении местных крестьянских сортов сельскохозяйственных растений. Он организует обширные, небывалые до этого экспедиционные исследования во всех наиболее древних земледельческих странах мира. Цель их — собрать как можно больше разнообразных возделываемых растений, чтобы использовать их потом в селекционной и научно-исследовательской работе.

По подсчетам Вавилова, человечество выращивает свыше 2 тыс. видов главнейших культурных растений. Среди них лишь несколько десятков видов играют решающую роль в жизни людей, обеспечивая их пищей, одеждой, а домашних животных — кормами. Особенно велика роль пшеницы, риса, кукурузы, ячменя, хлопчатника, картофеля, зерновых бобовых, льна, подсолнечника и других широко распространенных культур, включая плодовые, ягодные, технические растения.

Для того чтобы собрать все разнообразие сортов культурных растений и их дикорастущих родичей, была нужна особая теория. Она ориентировала бы исследователя-путешественника, куда он должен обратиться в поисках растительных богатств мира. И Вавилов на основании археологических, историко-лингвистических и главным образом ботанико-географических исследований создает *учение о центрах происхождения культурных растений*. Он установил семь главнейших центров происхождения возделываемых растений: пять — в Старом Свете и два — в Новом.

Наиболее разнообразные формы пшеницы, ячменя, ржи, многих плодовых сосредоточены в Юго-западноазиатском центре происхождения культурных растений (Нагорная Малая Азия, Кавказ, Иран, Ирак, Афганистан, Средняя нагорная Азия и Северо-Западный Индостан). В Южноазиатском тропическом центре (Индостан, Индокитай, Зондские острова, Индонезия, Филиппины) богатейший набор таких важнейших для человечества видов растений, как сахарный тростник, рис, цитрусовые, многие южные плодовые, а также овощные растения. Восточный, отчасти Центральный Китай, Корея и Япония — Восточноазиатский центр происхождения раз-

нообразных форм многочисленных видов просовых, сои, многих овощных и кормовых культур. Родина маслины, множества овощных и кормовых культур, а также субтропических плодовых — Средиземноморский центр, охватывающий территории, расположенные по берегам Средиземного моря. В Восточной Африке территория Эфиопии и примыкающего к ней с востока арабского государства Йемен — Абиссинский центр. Здесь родина злака тэффа, масличного растения нуга, особого вида банана — энзете, кофейного дерева, нескольких видов сорго, некоторых подвидов твердой пшеницы и некоторых других растений. Центральноамериканский центр — родина кукурузы, хлопчатника упланда, многих видов фасоли, тыквенных, какао, батата, перца, некоторых тропических плодовых растений. Андийский центр (горные районы Перу, Боливии, Эквадора, Колумбии и Чили) — родина многих клубненосных растений, и прежде всего многих видов картофеля; отсюда происходит хинное дерево, кокаиновый куст и некоторые другие ценные культурные растения.

Центры происхождения культурных растений — это ценный резервуар самого разнообразного исходного селекционного материала. Недаром в наши дни различные сельскохозяйственные службы ООН организуют экспедиции в эти места, постоянно пополняя коллекции семян и плодов.

Руководствуясь своей теорией, Вавилов начал «охоту» за растениями. В разные концы нашей страны и за ее рубежи снаряжались научные экспедиции. Большинство из них возглавлял сам Николай Иванович. Маршруты экспедиций пересекли Афганистан и Синьцзян, Малую Азию и Монголию, Каракалпакию (древний Хорезм) и Кавказ, Северную Африку, Эфиопию, Японию, Корею, оба континента Америки. Экспедиции собрали огромный материал — колосья, початки, плоды, пакетики семян, черенки, гербарии и т. д. В каждой из таких экспедиций многие сотни километров Николаю Ивановичу приходилось проходить пешком. Как рассказывали проводники-киргизы, участвовавшие в экспедиции Вавилова по Тянь-Шаню, он поразил их тем, что большую часть пути шел пешком, забегал на каждый попутный откос, карабкался по крутым склонам, осматривал каждое ущелье, каждую скалу, везде находил, что́ собрать в свою гербарную сетку и в мешочки для семян. Затем писал, укладывал собранное, сушил, расправлял.

Путешествуя по труднодоступным горным районам, ученый пережил много опасностей и приключений, не раз рисковал жизнью. Более 50 стран Азии, Африки, Европы и Америки посетил он и рассказал об этом в увлекательной книге для юношества «Пять континентов».

Так по инициативе и при участии Вавилова в ВИРе был создан мировой генофонд культурных растений — коллекция, не имеющая себе равных в мире. Это национальное богатство СССР.

Вавилов опубликовал свыше 400 научных работ. Вице-президент Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина, директор Института генетики АН СССР, Президент Всесоюзного географического общества, член Академии наук СССР и УССР, а также многих зарубежных академий и научных обществ — у этого неутомимого человека на все хватало сил, энергии, таланта.

В 1943 г. жизнь Н. И. Вавилова трагически оборвалась. Остались неоконченные научные труды, недописанные книги, невоплощенные замыслы. Но главное — осталась широко разветвленная научная школа Вавилова, его ученики и последователи, которые продолжают дело, начатое им.

Все те, кто знал Николая Ивановича, всегда подчеркивали его исключительную работоспособность и личное обаяние. Яркая и прекрасная жизнь Н. И. Вавилова, ученого-патриота, смелого мыслителя-теоретика, будет служить примером новым и новым поколениям ученых, привлекать внимание исследователей и вдохновлять писателей.

В помощь юному натуралисту

Изготовление гербария

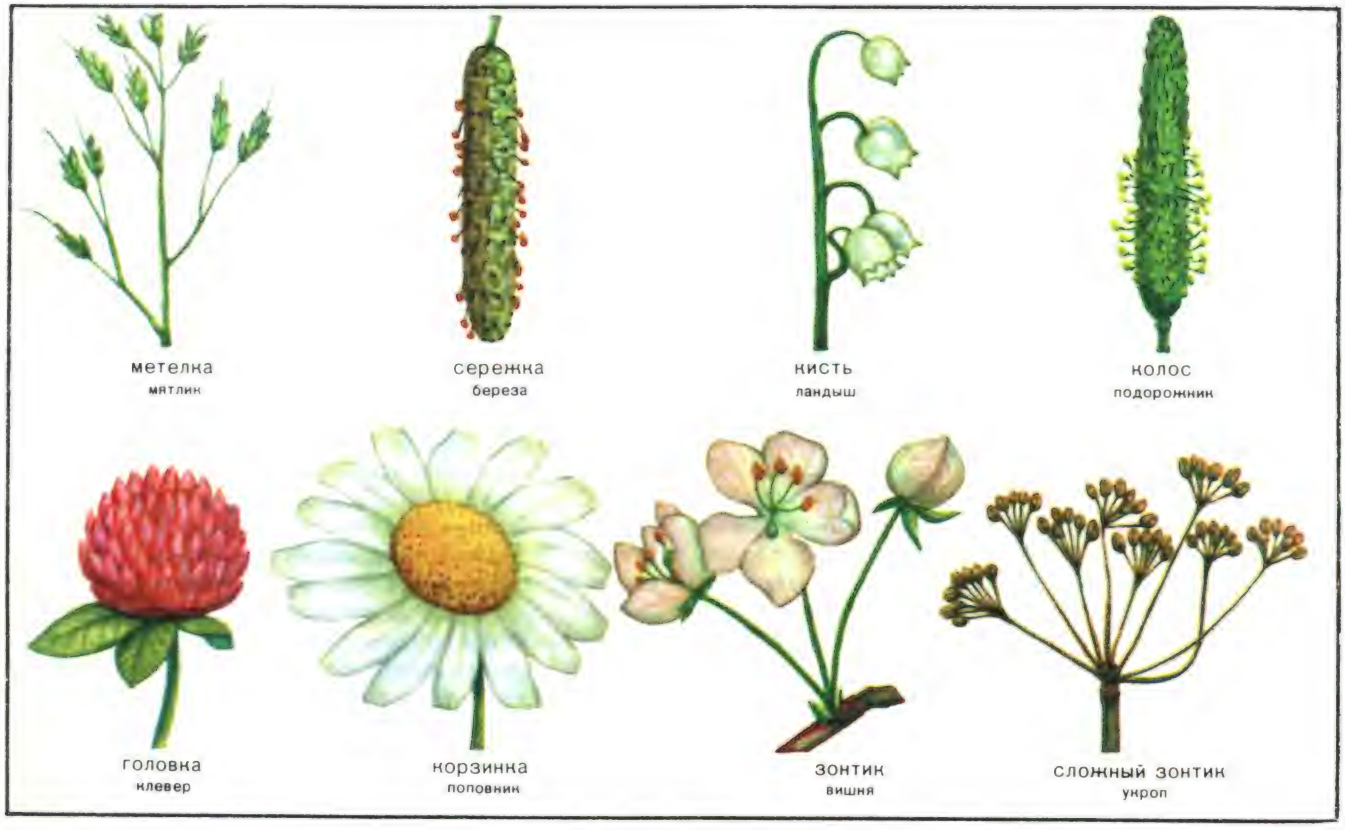
Ни словесные описания, ни рисунки, ни ботанические определители не могут дать такого полного представления о растительном мире, как непосредственное изучение его. Но если сорвать растение и принести его в комнату, оно быстро завянет. А ведь растение можно сохранить надолго. Для этого нужно его засушить, положив между листами бумаги. У любителей ботаники скапливается целая коллекция таких засушенных растений. Чтобы коллекция сохранилась дольше и чтобы ею удобно было пользоваться, она должна быть хорошо и правильно оформлена, снабжена этикетками. Называется такая коллекция *гербарием*.

Свыше 200 лет ученые, путешественники и ботаники, изучавшие растительный покров нашей страны, собирали гербарии. Эти гербарии бережно хранятся в различных ботанических научных учреждениях, крупнейшее из которых в нашей стране — Ботанический институт Академии наук СССР в Ленинграде. Там сосредоточен самый полный гербарий флоры Советского Союза (свыше 5 млн. гербарных листов). В гербарии Московского университета 700 тыс. гербарных листов. Во многих городах и краеведческих музеях есть гербарии местной флоры, собранные любителями — ботаниками и краеведами. В высших и средних учебных заведениях гербарий используется в качестве наглядного пособия на уроках ботаники. Составляют эти гербарии обычно учащиеся.

Многим кажется, что сбор растений и составление гербария — дело очень простое. Оно действительно несложно. Однако, чтобы коллекция имела научную либо учебную ценность, необходимо соблюдать ряд правил. Прежде всего надо правильно собрать растения, записать условия их обитания и место нахождения; затем определить растения, т. е. найти их научные наименования; наконец, следует умело высушить и изготовить из растений гербарные экземпляры. Для всего этого необходимо пособие для определения растений и несложное оборудование, которое каждый может сделать сам.

Для сбора и сушки растений следует запастись промокательной (фильтровальной) или газетной (формата центральных газет) бумагой, которая хорошо вбирает и отдает влагу. Из полулистов газеты, сложенных пополам, приготовляются *сушильные «рубашки»*. В них и укладываются растения. Целые газеты, сложенные вчетверо, служат сменными прокладками между «рубашками» с растениями. Для сбора плодов и семян приготовляют *пакетики*, или *капсулы*, из писчей бумаги. Для этикеток нарезают из той же бумаги пачку ярлычков в $^1/_8$ долю листа или используют небольшой блокнот. Необходимо

Морфологический гербарий, показывающий, насколько различной может быть форма соцветий.



также заготовить достаточное количество плотной, лучше специальной *гербарной бумаги*, аккуратно нарезать ее листами общепринятого формата: в ширину — от 28 до 30 см, в длину — 42—45 см. На этих листах будет монтироваться гербарий. Нужен еще хороший чистый клей (гуммиарабик, фотоклей).

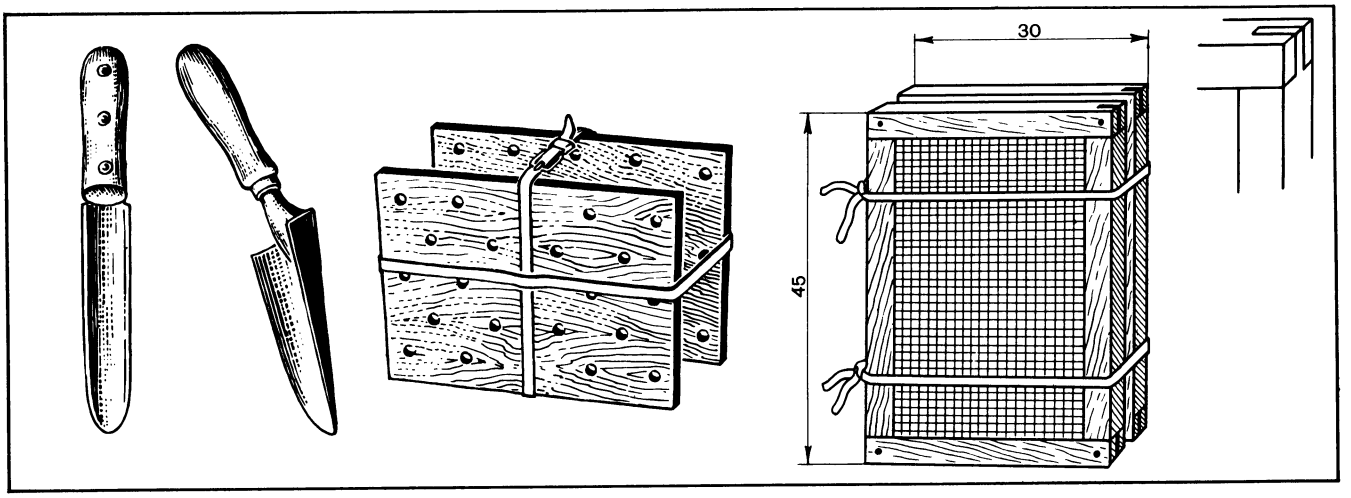
Растения, предназначенные для гербаризации, собирают целиком, т. е. со всеми надземными и подземными органами — корнями, корневищами, клубнями, луковицами, которые извлекают из почвы железным совочком или ботанической копалкой. Ее может заменить крепкий кухонный нож или широкая стамеска. Для продольного разрезания толстых корневищ (чтобы они скорее высохли), а также для срезания (обламывать нельзя) веток с деревьев и кустарников употребляют садовый или перочинный нож. Водные растения вылавливаются из воды небольшим багром либо «кошкой» (якорьком или крупной рыболовной жерлицей с грузилом на длинном шнуре). Ими же можно наклонить или подтянуть ветку высокого дерева. Для сушильных «рубашек» и растений, собираемых в поле, необходима *экскурсионная папка*. Она состоит из двух пластинок картона или фанеры с прорезями около углов — в них продевается широкая тесьма, чтобы завязывать папку и носить ее через плечо.

Высушиваются растения в *ботаническом прессе*. Он представляет собой две деревянные рамки одинакового размера (30×45 см или 35×50 см, т. е. немного больше гербарного листа), на которые натянуты металлические сетки. Для затягивания пресса используется крепкий шнур или два ремня. Пресс можно сделать также из двух листов фанеры, просверлив в них множество отверстий для вентиляции. Если по углам фанерных листов прорезать щели и продеть в них тесьму, то получится комбинированная папка-пресс, пригодная и для сбора, и для сушки растений.

Растения для гербария собирают только в сухую, ясную погоду. Растения, смоченные дождем или росой, долго сохнут и могут испортиться. Это условие относится и к растениям, которые засушиваются в песке (см. ниже).

Не каждое растение годится для гербария. Отбирать следует экземпляры вполне развитые, без каких-либо повреждений, с распустившимися цветка-

Слева направо: ботаническая копалка и совок, экскурсионная папка из картона или фанеры для сбора растений, пресс для сушки растений (размеры даны в сантиметрах).



ми и по возможности с плодами, хотя бы и незрелыми (без плодов некоторые растения очень трудно определить). У деревьев и кустарников срезают ветки с листьями, чтобы можно было видеть не только форму, но и расположение листьев. Для гербария нужны их цветки и плоды, а у хвойных — шишки. Двудомные растения должны быть представлены в гербарии мужскими и женскими экземплярами, а однодомные — экземплярами с пестичными и тычиночными цветками. От крупных травянистых растений, не умещающихся целиком на гербарном листе, берут такие части, по которым можно легко составить представление о целом растении.

Вынутое из почвы растение тщательно очищают от прилипшей к корням земли и сразу же закладывают в сушильную «рубашку». Предварительно расправляют все органы растения. Если некоторые листья ложатся друг на друга, между ними кладут прослойки из сушильной бумаги, чтобы в процессе сушки листья не почернели. Один или два листа следует так отогнуть, чтобы видна была нижняя поверхность листовой пластинки. Под крупные и нежные цветки полезно подложить тонкий слой гигроскопической ваты. Высокие растения с узкими листьями, например злаки, перегибаются и укладываются в «рубашку» зигзагом. При всяком сгибе растение надо класть так, чтобы корень был обращен вниз, а конец стебля — вверх.

Для гербаризации рекомендуется брать не менее трех экземпляров каждого ботанического вида. Из них один предназначается для препарирования (разделения на части) при определении, второй — для монтировки на гербарный лист, третий — запасной.

На каждое растение тут же, в поле, составляется *черновая этикетка*, которая вкладывается вместе с ним в «рубашку» и в дальнейшем от него не отделяется. Этикетки нумеруются по порядку, причем номер этикетки заменяет название растения, пока оно не определено. В этикетке оставляется свободное место для русского и латинского ботанических названий вида и семейства. Если гербарий предназначается для краеведческого музея, то записывается и местное народное название растения. Далее отмечаются особенности местообитания взятого растения, т. е. среда, в которой этот вид произрастает: рельеф местности, свойства почвы, степень увлажненности, условия освещения, характер распространения и пр. Указывается также географический пункт, где было взято растение. Наконец, записывается дата, когда растение сорвано. Подписывается под этикеткой тот, кто нашел растение для гербария, а потом тот, кто определил его. Если к растению прилагается пакетик с плодами или семенами, собранными в другое время, то на нем отмечается и эта дата.

Чтобы установить точное научное название вида растения и принадлежность его к тому или иному семейству, пользуются определителями растений.

По окончании сбора все «рубашки» с растениями необходимо переложить (не переворачивая!) из папки на рамку пресса. Между «рубашками» при этом кладут по 2—3 прокладки из той же газетной бумаги для впитывания влаги. «Рубашки» раскладываются на рамке так, чтобы толстые части растений располагались попеременно то в одну, то в другую сторону, тогда пачка «рубашек» получится ровной, без горбов. Накрыв пачку второй рамкой, туго затягивают пресс ремнями накрест или шнуром в 2 петли. В таком виде пресс вешают или прислоняют к стене где-нибудь на солнце и на ветру. Не реже

раза в сутки повлажневшие прокладки меняют на сухие. «Рубашки» же не меняются, и растения из них не вынимаются. В сырую погоду пресс обычно помещают около теплой печки или батареи центрального отопления, поставив его на ребро. Для ускорения сушки пользуются и горячим утюгом, осторожно проглаживая им растение через бумагу или марлю. При этих способах растения быстрее высыхают и лучше сохраняют свою природную окраску.

Сушка на ватных матрасиках применяется к тем растениям, которые при более медленной сушке чернеют, например к растениям из семейства орхидных, некоторым ивам и т. п. Голубая и синяя окраска венчиков, например, у колокольчиков и василька синего лучше сохраняется, если при закладке этих растений в пресс подложить под соцветия тонкие ватные подушечки.

Растение можно считать высохшим и пригодным для монтировки, если, поднятое за корневую шейку, оно не сгибается и сохраняет приобретенную в прессе форму. На одном гербарном листе монтируется только один вид — в одном или нескольких экземплярах. Укладывается растение на гербарный лист так, чтобы части его не выступали за края, и прикрепляется в разных местах узкими (3—4 мм шириной) полосками бумаги. Клей наносится на концы полоски и углы этикетки. Толстые части растений, например корневища, можно прикрепить к листу нитками. Чтобы нитки не были видны, их окрашивают акварелью или тушью в зеленый цвет. Приклеивать растения к бумаге нельзя. Пакетик либо капсула с плодами или семенами приклеивается к левому нижнему углу гербарного листа. Правый нижний угол листа отводится для этикетки, переписанной начисто чернилами, а лучше всего тушью. Семенной пакетик и этикетка приклеиваются немного отступя от краев листа. Чистовая гербарная этикетка выглядит так:

200-я средняя школа Ленинграда

ГЕРБАРИЙ СОРНЫХ ТРАВ

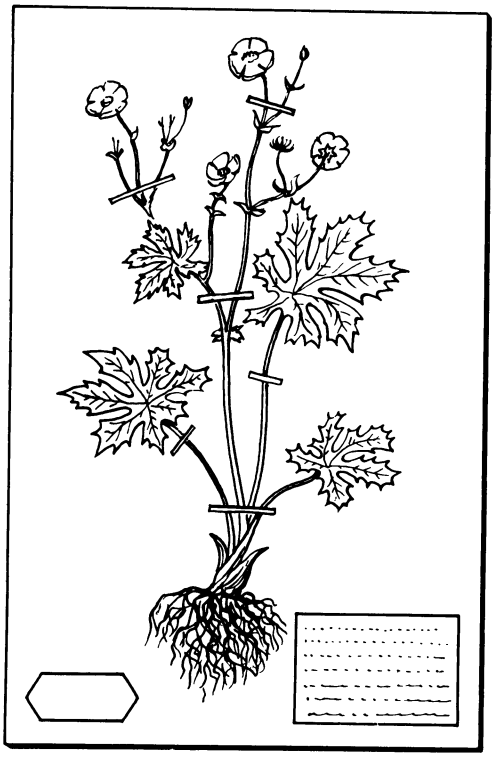
Сем. Сложноцветные — Compositae

ВАСИЛЕК СИНИЙ

Только в посевах, преимущественно в озимых.
Ленинградская область, Лужский район,
колхоз «Красный пахарь».

Собрала *Иванова В.*
20 июля 1973 г.
Определил *Петров И.*

Гербарный лист с засушенным растением, этикеткой и семенным пакетом.



При засушивании в прессе растение теряет свою объемную форму, естественное расположение его частей в пространстве нарушается. Поэтому, если нужно при засушке сохранить объемность растения или цветка, прибегают к другому способу — засушивают его в песке. Для этого нужен мелкий, ровный речной песок. Он должен быть совершенно чистым, свободным от примеси глины и органических остатков. Это достигается промыванием песка в воде до полного исчезновения мути. Затем песок высушивают и прокаливают на горячей плите в железных противнях, пока не прекращается выделение дымка и запаха. Приготовленный таким способом песок хранят в закрытом сосуде.

В песке сушат чаще всего крупные цветки, соцветия, ветки с плодами, побеги и небольшие растения, например росянку. Проще всего засушивать растение в конусообразном «фунтике», сделанном из плотной бумаги. Острая вершина такого конуса, чтобы не высыпался песок, загибается и закрепляется скрепкой. Цветок помещают в «фунтик» и осторожно с ложечки или совочка засыпают песком. Конусы с заложенными в песок растениями ставятся в специальную стойку или развешиваются на гвозди. Место сушки должно быть теплым и хорошо проветриваться. Продолжительность сушки растений в пес-

Основные семейства цветковых растений. Лютиковые: *1* — ветреница дубравная, *а* — цветок, *б* — плоды; *2* — купальница европейская; *3* — живокость полевая, *а* — цветок в разрезе. Мотыльковые: *4* — клевер луговой, *а* — цветок, *б* — часть корня; *5* — чина луговая. Зонтичные: *6* — морковь посевная, *а* — цветок, *б* — плод. Крестоцветные: *7* — капуста огородная, *а* — плод-стручок; *8* — ярутка полевая, *а* — плод. Розоцветные: *9* — шиповник коричневый, *а* — ложный плод; *10* — груша обыкновенная, *а* — цветок в разрезе.

Сложноцветные: *11* — астра многолетняя; *12* — василек синий, *а* — корзинка, *б* — воронковидный цветок; *13* — пижма обыкновенная; *14* — цикорий обыкновенный, *а* — корень. Лилейные: *15* — ландыш майский, *а* — плоды, *б* — часть корневища; *16* — гусиный лук желтый. Губоцветные: *17* — шалфей луговой; *18* — мята перечная. Пасленовые: *19* — картофель, *а* — цветок, *б* — плод в разрезе. Злаковые: *20* — тимофеевка (султан); *21* — рожь посевная (колос); *22* — кукуруза, *а* — початок; *23* — мятлик однолетний, *а* — цветок.

ке различна. Она зависит и от растения (тонкие или мясистые у него листья и стебли), и от состояния воздуха (температура, влажность, ветер). Умение определять время, необходимое для сушки разных растений, приобретается практикой.

Растения, высушенные в песке, в особенности цветки, становятся очень хрупкими, и извлекать их из песка нужно очень осторожно. Нельзя высыпать песок из конуса через край — растение или цветок можно поломать. Лучше выпускать песок тонкой струйкой из отверстия, сделанного шилом или гвоздем в низу конуса. Высушенные растения надо хранить в закрытых коробочках или под стеклянным колпаком в темноте. На свету они быстро выгорают.

При высыхании растение теряет свой естественный цвет. Прежде всего выцветает красная и синяя окраска цветков, дольше сохраняется желтая. При многолетнем хранении изменяется цвет листьев и стеблей. Из зеленого он становится коричневато-бурым. Как быть в таком случае? На помощь приходят акварельные краски. Надо подобрать соответствующий тон и тонкой кисточкой окрасить лепестки и зеленые части сухого растения, восстановить естественный цвет.

Если краска не пристает к воскообразному налету, которым иногда покрыта поверхность растений, то на нее предварительно наносят кисточкой тонкий слой разогретого желатина.

Коллекции насекомых. Садки для гусениц и личинок

Охота за насекомыми — увлекательное занятие не только для юных натуралистов, но и для взрослых любителей природы. Те, кто во время летнего отдыха не наблюдал за насекомыми, не коллекционировал их, даже не подозревает, как это интересно. Странствуя по лужайкам и лесным опушкам, любитель-энтомолог[1] ловким взмахом сачка захватывает легкокрылую добычу. На стволах деревьев он находит затаившихся ночных бабочек и усатых жуков, а среди зеленой листвы обнаруживает гусеницу, из которой, может быть, впоследствии выведется бабочка. Обработка и просмотр собранных коллекций позднее живо напомнят летние экскурсии и углубят знания об окружающей нас природе.

Отправляясь на охоту за насекомыми, энтомолог должен позаботиться о снаряжении, и прежде всего изготовить сачок. Основа сачка — прочный обруч из толстой проволоки (годится для этого и старая матрасная пружина). На проволоке длиной около 120 см отмеряют от одного конца 12 см, а от другого — 8 см, остальную часть загибают под прямым углом и заостряют напильником — эти острия нужны, чтобы прикрепить обруч к палке.

Марлевую сетку пришивают не прямо к обручу, а к более прочной материи (полотну, бязи), которая узким чехлом должна охватывать обруч. Мешок сачка делается глубиной 55—60 см. Как скроить сачок, показывает рисунок. Материю сачка лучше окрасить в темно-зеленый цвет, иначе он будет пугать насекомых. Палка должна быть не длиннее 130 см.

Летящее или присевшее на цветок насекомое ловят, подводя к нему сачок сбоку. Поймав добычу, быстро поворачивают сачок так, чтобы нижняя часть мешка перехлестнула обруч и прижалась к нему, закрывая выход. Насекомых, скрывающихся в густых зарослях, например в крапиве, вылавливают так называемым кошением. Энтомолог резкими взмахами, напоминающими движение косца на лугу, проводит сачком по растениям то в одну, то в другую сторону. После нескольких взмахов он выбирает добычу из сачка.

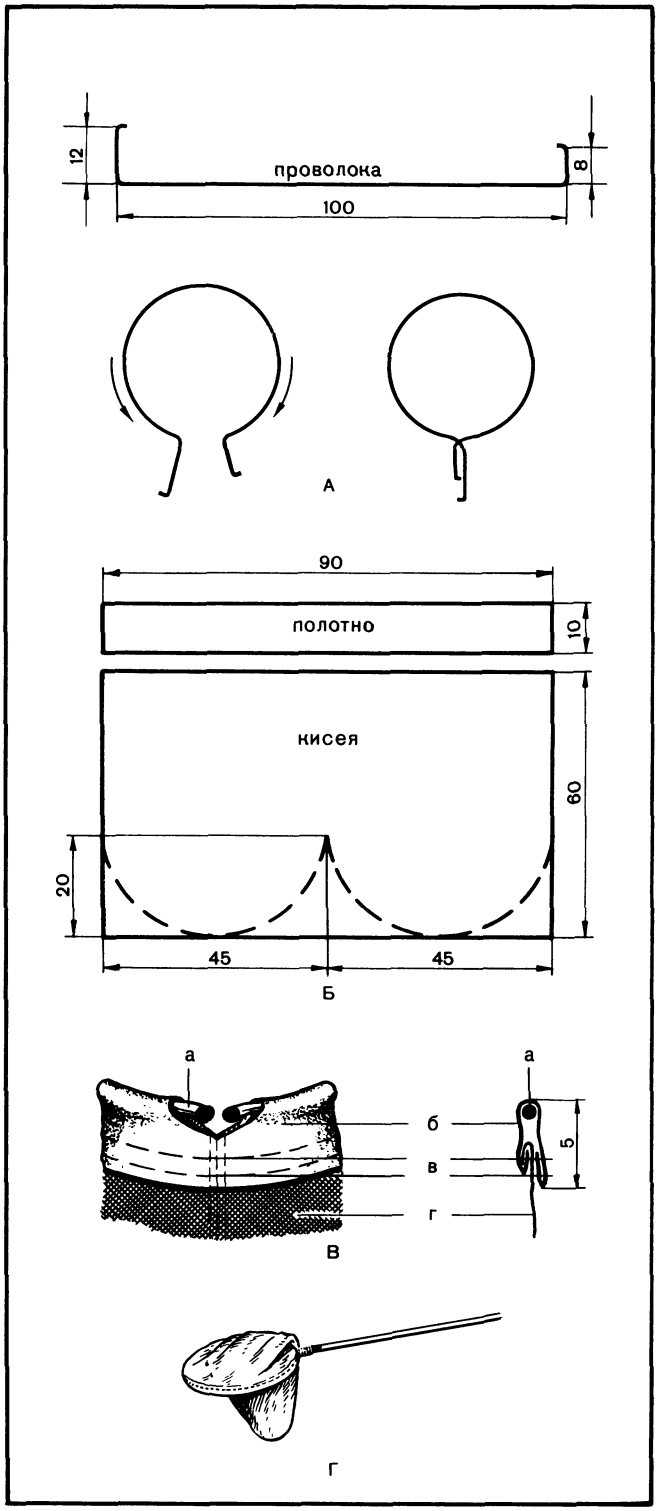
Для ловли водных насекомых следует иметь особый сачок — из более плотной материи и на более длинной прочной палке.

Кроме сачка энтомологу необходимы различные стеклянные банки и коробки. Крупных и беспокойных насекомых (особенно хищников) приходится сразу же умерщвлять в морилке — небольшой стеклянной баночке с плотно пригнанной пробкой. Изнутри к пробке прикреплен комочек ваты, смоченный эфиром или хлороформом. Когда в морилке накопится от 5 до 8 насекомых, их перекладывают в коробку на слой ваты (удобны для этого продолговатые коробки из-под конфет), а вату в морилке опять смачивают двумя-тремя каплями эфира и снова помещают туда насекомых.

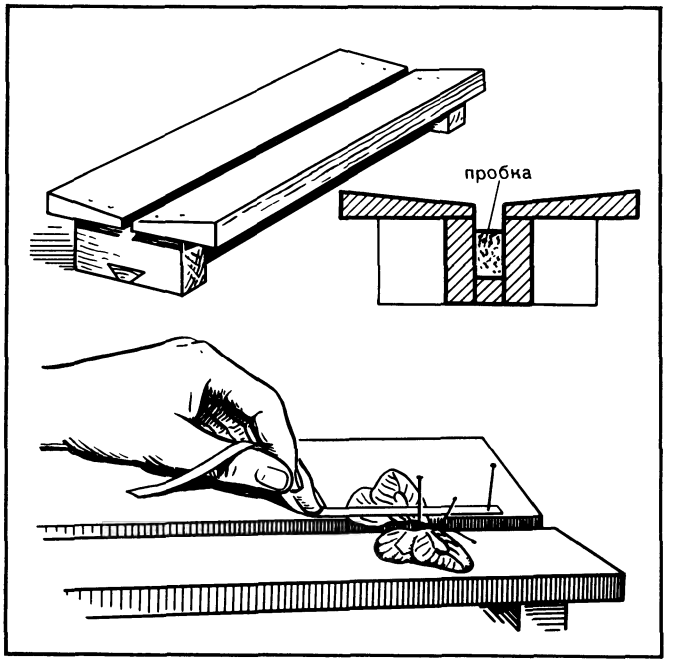
Бабочек (кроме особенно крупных и кроме очень живучих ярких медведиц и пестрянок) умерщвляют прямо в сачке. Для этого нужно улучить момент, когда у бьющейся в сачке бабочки крылья окажут-

[1] Энтомология — раздел зоологии, изучающий насекомых; энтомолог — специалист в области изучения насекомых.

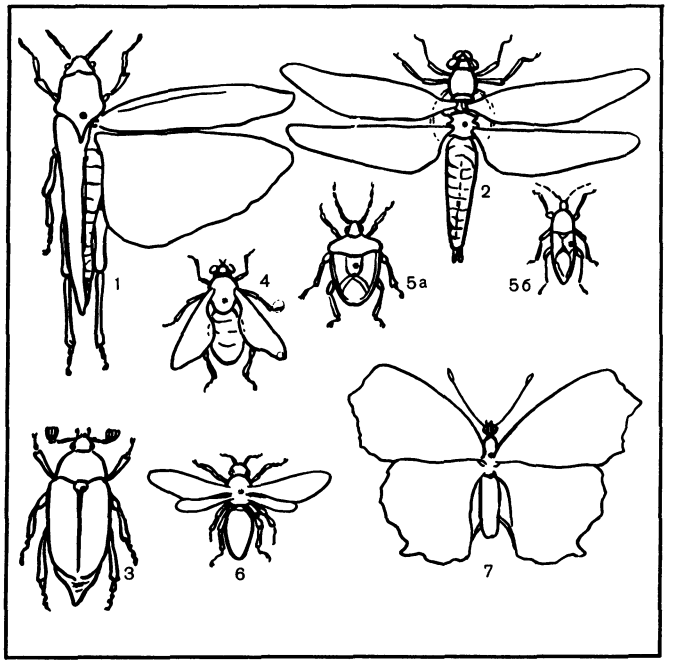
А — изготовление обруча для сачка (размеры даны в сантиметрах).
Б — выкройка сачка.
В — способ прикрепления сачка к обручу:
а — обруч; *б* — полотно; *в* — швы; *г* — марля.
Г — поймав насекомое, сачок нужно повернуть так, чтобы оно не вылетело.



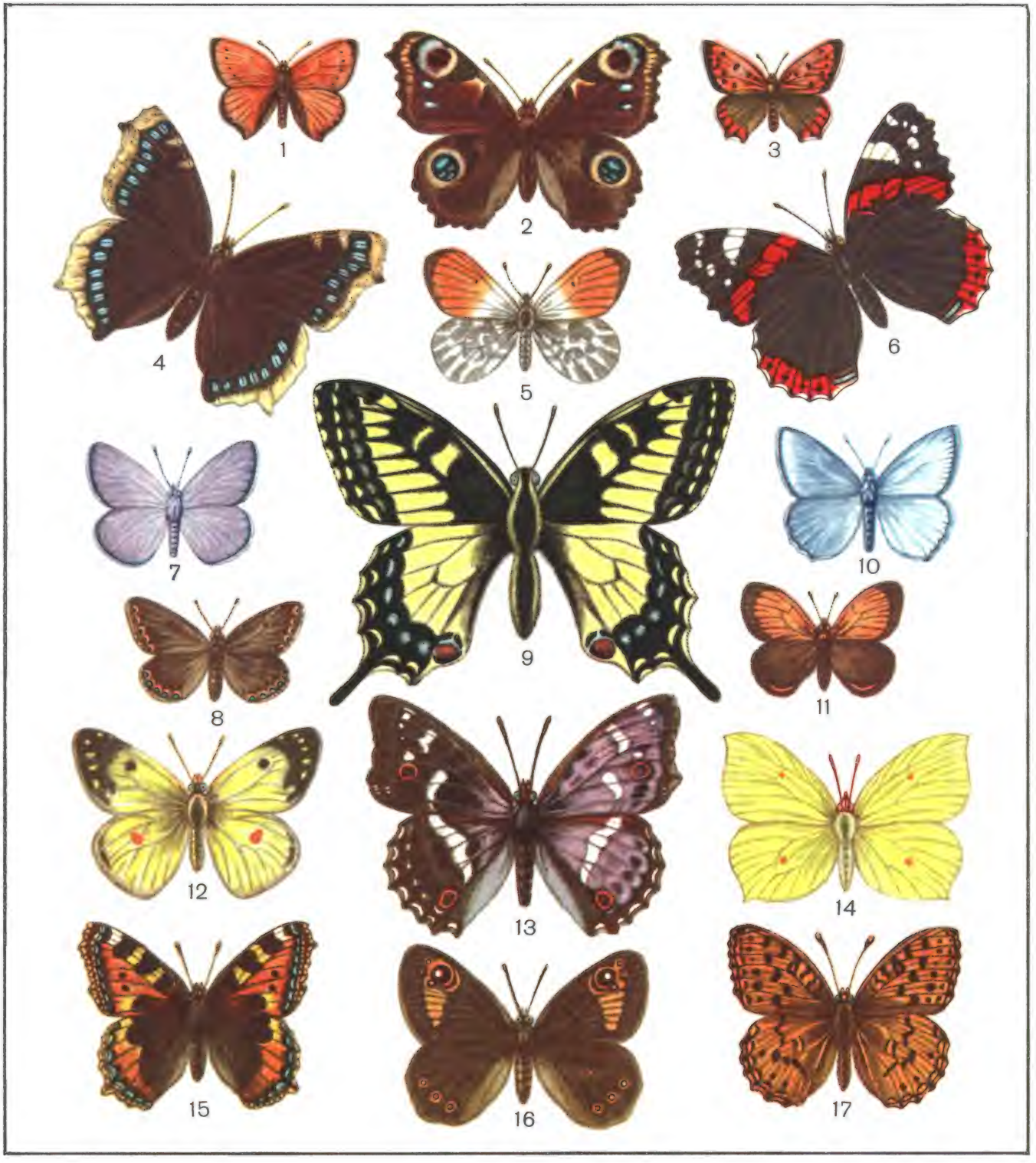
Расправилка и расправление бабочки.



Место, в котором надо прокалывать насекомое булавкой, отмечено точкой: *1* — кузнечик-кобылка; *2* — стрекоза; *3* — жук; *4* — муха; *5а, 5б* — клопы; *6* — пчела, оса; *7* — бабочка.



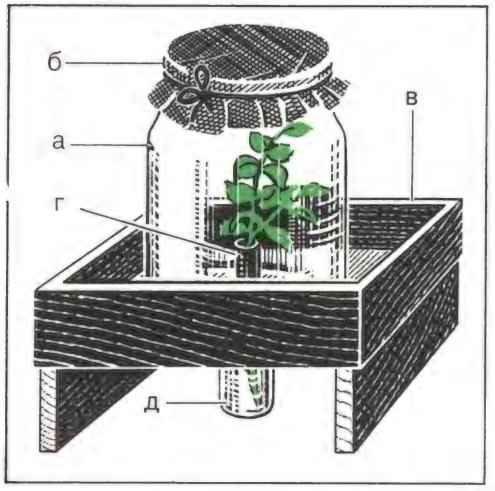
Бабочки Европейской части СССР (дневные): *1* — червонец огненный (самец); *2* — дневной павлиний глаз; *3* — червонец пятнистый (самец); *4* — траурница; *5* — зорька (самец); *6* — адмирал; *7* — голубянка-аргус (самец); *8* — голубянка-аргус (самка); *9* — махаон; *10* — голубянка серебристая (самец); *11* — сенница; *12* — желтушка (самец); *13* — переливница (самец); *14* — лимонница (самец); *15* — крапивница; *16* — бархатка; *17* — перламутровка.

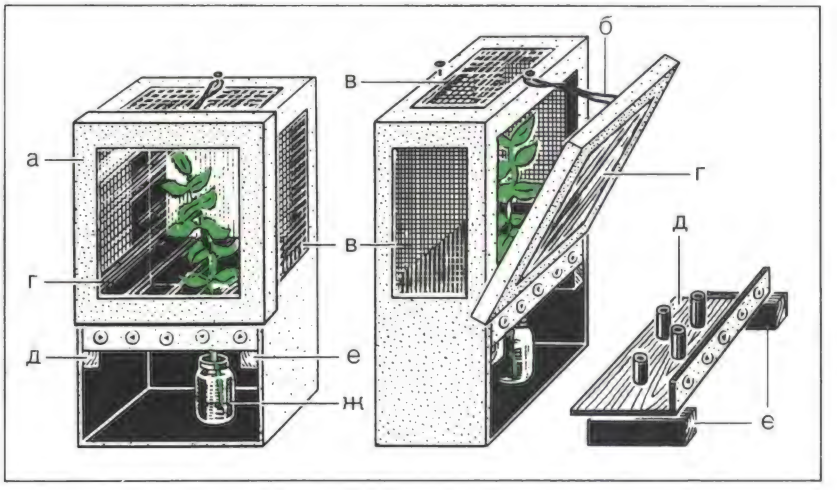


Бабочки Европейской части СССР (ночные): *1* — совка зубчатокрылая; *2* — пяденица-пантера; *3* — совка-гамма; *4* — медведица-кайя; *5* — малый ночной павлиний глаз; *6* — медведица-девочка; *7* — совка роскошная; *8* — бражник «мертвая голова»; *9* — совка травянистая; *10* — стеклянница большая; *11* — пестрянка таволговая; *12* — пяденица большая зеленая; *13* — коконопряд травяной (самка); *14* — коконопряд дубовый (самец); *15* — пяденица-ларенция; *16* — красная орденская лента; *17* — серпокрылка.

Рис. 1. Садок из стеклянной банки: *а* — «бездонная» банка; *б* — обвязка из марли (кисея); *в* — ящичек-поддонник на двух дощечках-подставках; *г* — трубочка; *д* — склянка с водой.

Рис. 2. Садок-шкафчик для гусениц. *Слева* — вид спереди, *справа* — вид сбоку: *а* — откидная крышка; *б* — резиновая застежка; *в* — окна с сеткой; *г* — застекленные окна; *д* — деревянный «пол» (с трубочками для веток, с картонным бортиком на кнопках), отделяющий верхнее «жилое» помещение от «подвала»;





ся поднятыми над спиной. Двумя пальцами через материю сачка сдавливают с боков ее грудь, потом бабочку укладывают в коробку со слоем ваты или помещают в заранее заготовленные бумажные пакетики. Каждую в отдельный пакетик. Можно сразу наколоть бабочку на булавку и поместить в особую экскурсионную коробку. Эту фанерную коробку с торфяным или пробковым дном обычно носят, как сумку, на тесьме, перекинутой через плечо.

Насекомых средних и мелких размеров (за исключением бабочек с их нежными крыльями и хищников) сажают живыми в маленькие баночки или пробирки, через пробки которых должны быть пропущены для вентиляции отрезки тонкой стеклянной трубочки или гусиного пера. Внутрь этих склянок нужно заранее вложить длинные полоски бумаги, чтобы насекомые разместились там более равномерно, не сбиваясь в живой комок. Этих «пленников» можно умертвить и после экскурсии. Если нет эфира, склянку с насекомыми погружают минуты на две в кипяток. Гусениц и куколок, из которых хотят вывести бабочек, собирают в коробочки с окошечками, затянутыми сеткой или канвой.

Энтомологу нужно иметь при себе также лупу, пинцет и нож. Их следует прикрепить к шнуркам и надеть на шею, а не рассовывать по карманам.

Для коллекции насекомых накалывают на булавки. Очень удобны для этого специальные энтомологические булавки (длина их 38 мм, толщина различается по размерам).

Насаживая насекомых на булавку, надо строго перпендикулярно вонзить ее в спинку грудного отдела. Жуков и крылатых клопов (если их не собираются расправить в позе полета) протыкают через правое надкрылье. Сухих насекомых, хранившихся на вате или в пакетиках, нужно предварительно размягчить — распарить. Для этого их 2—4 дня держат поверх слоя сырого песка в какой-нибудь широкой посуде, плотно прикрытой сверху. Крылатых насекомых после размягчения можно будет легко расправить.

У бабочек, предназначаемых для коллекции, необходимо расправить крылья так, как это изображено на рисунке (стр. 393). Для этого служат *расправилки;* в основе они состоят из двух продолговатых липовых дощечек (в них легко втыкаются булавки), расположенных параллельно, но не в одной плоскости, а несколько наклонно друг к другу (это для того, чтобы у расправленных бабочек не «сдавали» — не оседали крылья). Дощечки надо закреплять на поперечных брусочках так, чтобы между ними получилась щель (здесь помещается тело бабочки), а под нею должна проходить узкая торфяная или пробковая пластинка. В эту мягкую пластинку и втыкают булавку с бабочкой так, чтобы тело бабочки поместилось в желобке, а крылья можно было разложить на обеих дощечках.

На левые крылья бабочки вдоль ее туловища около самого желобка кладут бумажную полоску. Конец полоски около головы бабочки прикалывают булавкой к дощечке. За другой конец полоску двумя пальцами левой руки натягивают и прижимают ею левые крылья бабочки к расправилке. В то же время кончиком иглы в правой руке зацепляют (не прокалывая) самую толстую жилку крыла, а затем, то ослабляя, то натягивая бумажную полоску, передвигают крылья так, чтобы задний край переднего крыла образовал прямой угол с телом бабочки и прикрывал собой передний край заднего крыла. Натянутую бумажную полоску прикалывают к распра-

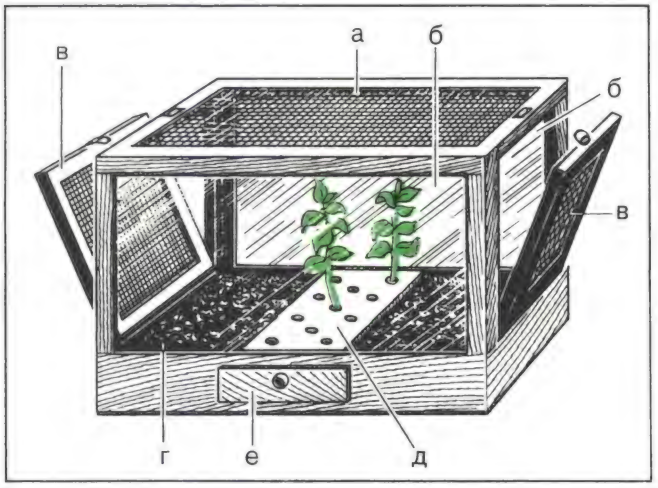


Рис. 3. Садок на деревянной основе для гусениц: *а* — снимающаяся крышка; *б* — стеклянные стенки; *в* — откидные дверцы; *г* — вынимающиеся ящички с грунтом для окукливающихся в земле гусениц; *д* — дощечка с отверстиями и трубочками для веток; *е* — выдвижная оцинкованная кюветка для воды. *ж* — склянка с водой. *е* — парные планочки, приклеиваемые к боковым стенкам и поддерживающие «пол»;

вилке второй булавкой. Таким же способом расправляют правые крылья бабочки. Следует правильно расположить и усики бабочки, стараясь, чтобы они были прижаты к расправилке. Наружные края крыльев прижимают к дощечке двумя другими бумажными полосками. Насекомое должно сохнуть на расправилке, пока его брюшко не перестанет гнуться от прикосновения булавкой.

Особенно мелких насекомых приклеивают капелькой клея к маленьким кусочкам чертежной бумаги, которые и насаживают на булавку.

Готовых для коллекции насекомых помещают в энтомологические коробки или ящики, на дно которых уложены торфяные пластинки, покрытые бумагой, приклеенной к краям пластинок. На первых порах можно использовать и коробки из-под конфет или печенья, лишь бы глубина их была не меньше 4 см и они плотно прикрывались. На дно коробки нужно приклеить правильными рядами кусочки пробки. Под каждым насекомым на той же булавке должна быть маленькая этикетка с обозначением места и времени его поимки (например: Калуга, 21. IV—73). Без таких «паспортов» коллекция не имеет никакой научной ценности. Для предохранения коллекции от моли и вредного музейного жучка следует прикрепить внутри коробки щепотку нафталина, завернутую в кусочек материи.

Коллекция не должна быть беспорядочным скоплением насекомых. Интересно составить коллекции вредителей сада, огорода, отдельных культурных растений, коллекцию представителей разных отрядов и подотрядов насекомых. Можно ограничиться сбором какой-нибудь одной систематической группы, например дневными бабочками или стрекозами. Полезно собрать коллекции на биологические темы, например: «Водные насекомые» или «Мимикрия». Часто в таких биологических коллекциях наклеивают насекомых в естественных позах на кору, на засушенные растения и т. д.

Юному энтомологу необходимо научиться пользоваться специальными определителями насекомых (см. «Что читать»).

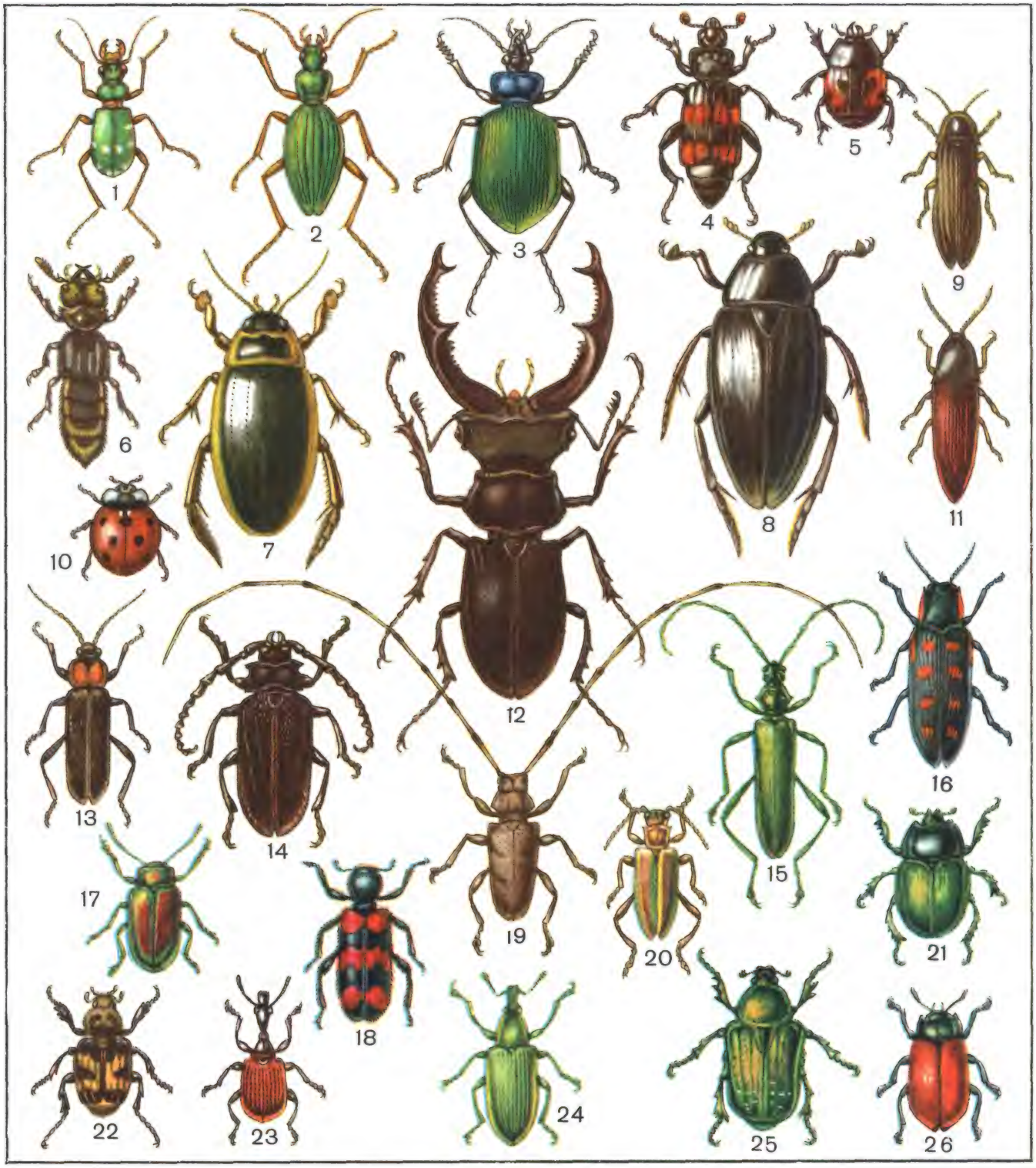
Устройство садков для гусениц и личинок. Найдя интересную гусеницу, начинающий натуралист помещает ее в какую-нибудь оказавшуюся под рукой коробку, а если он вспомнит, что гусенице нужны воздух и пища, то с помощью гвоздя, шила или острозубой вилки он продырявит в стенках коробки отверстия для вентиляции и положит для гусеницы ветку с листьями ее кормового растения. Однако такой «садок» никуда не годится: непрозрачные стенки не позволят наблюдать за жизнью и развитием гусеницы, корм будет быстро вянуть, и вообще гусеница окажется в ненормальных и неблагоприятных условиях. Поэтому для содержания гусениц и других личинок, для наблюдения за ними и для вывода из них взрослых насекомых необходимы специальные садки.

Часто для садков применяют обыкновенные стеклянные банки: на дно банки ставят пузырек с водой и веточкой кормового растения, а верх обвязывают марлей. Однако такой примитивный садок имеет много недостатков: он плохо вентилируется, воздух в нем становится сырым, со дна банки трудно удалять испражнения гусениц, которые намокают, загнивают и покрываются плесенью. Понятно, что в таких антисанитарных условиях гусеницы плохо развиваются и часто гибнут.

Чтобы приспособить стеклянную банку для устройства садка, нужно удалить у нее дно. Держа банку горизонтально, опоясывают ее нижнюю часть толстой ниткой, смоченной керосином или спиртом (одеколоном), причем оба конца нитки должны свешиваться вниз; эти концы поджигают и, когда нитка сгорит по всей окружности, банку быстро опускают в таз с холодной водой. В результате этого нижняя часть банки по линии опоясывания ниткой отколется. Дальнейший ход работы по изготовлению садка из «бездонной» банки будет понятен из пояснений к рисунку 1. Заселяя садок, следует подставить под него подходящий по размерам пузырек с водой, ящичек-поддонник наполнить песком. Через вставленную в дно ящичка трубочку пропустить ветку кормового растения, заткнув свободный просвет трубки рыхлым комочком ваты, чтобы снизу мог проходить воздух, но не выползали гусеницы.

Другого типа садок для гусениц можно изготовить из картонной коробки или фанерного ящика

Жуки Европейской части СССР: *1* — скакун полевой; *2* — жужелица зеленая; *3* — красотел пахучий; *4* — жук-могильщик; *5* — карапузик; *6* — хищник мохнатый; *7* — плавунец окаймленный; *8* — водолюб большой; *9* — светлячок (самец); *10* — божья коровка семиточечная; *11* — щелкун красный (самец); *12* — жук-олень; *13* — мягкотел; *14* — дровосек-кожевник; *15* — усач мускусный; *16* — златка восьмиточечная; *17* — листоед ясноточный; *18* — пестряк пчелиный; *19* — дровосек



длинноусый;
20 — радужница;
21 — навозник весенний;
22 — восковик перевязанный;
23 — трубковерт ореховый;
24 — слоник-зеленушка;
25 — бронзовка золотая;
26 — листоед тополевый.

такой приблизительно формы и таких размеров, какие имеют коробки из-под ботинок. Садку следует придать вид шкафчика, который либо вертикально ставится на стол или на полку (в этом случае к его дну для устойчивости нужно прикрепить еще более широкую дощечку в качестве «подошвы»), либо вешается на стенку (тогда к его задней стенке нужно прикрепить петлю для того, чтобы повесить садок на вбитый в стену гвоздь). Подробности устройства *садка-шкафчика* показаны на рисунке 2. Добавим, что часть окошек — два боковых и верхние,— прорезанных в верхней, «жилой» части садка, должна быть затянута металлической сеткой или канвой, а остальная часть окошек (в настольном садке — переднее и заднее, в настенном — переднее) — застеклена. Конечно, садок подобного типа будет прочнее, если его изготовить не из картона, а из фанеры.

Садок на деревянной основе более сложного, но и более совершенного устройства. Садок изображен на рисунке 3 (объяснение — в подписи к этому рисунку).

Помимо гусениц бабочек в этих садках можно содержать открытоживущих личинок насекомых из других отрядов, но для тех личинок, которые живут скрыто (в почве, в древесной трухе, в муке и т. д.), требуются садки другого устройства. Коротко остановимся на двух типах таких садков.

Цилиндрический садок. К цилиндрической стеклянной банке подбирают отрезок круглого полена или бревна, диаметр которого сантиметра на два меньше внутреннего диаметра банки, а длина несколько короче ее высоты. В этот чурбачок с разных сторон вбивают несколько маленьких гвоздей, чтобы он входил внутрь банки, но не прикасался к ее стенкам (рис. 4). Остающееся между чурбачком и стенками банки пространство заполняют тем субстратом (почвой, трухой), в котором живут личинки. Надо позаботиться и о необходимом для них корме. Например, для наблюдения за проволочниками свободное пространство в банке заполняют рыхлой почвой с корешками злаков. Почву или труху следует поддерживать в умеренно влажном состоянии, а для защиты от света садок следует держать под колпаком из картона или плотной бумаги.

Плоскостенный садок Б. С. Щербакова устраивают из двух одинаковых стекол, например негативных, размером 9×12 или 13×18 см, трех трехсторонних рамок, выпиленных из фанеры по размеру этих стекол, двух пар П-образных фанерных скрепок (зажимов) и, наконец, из крышечки в виде фанерной пластинки, образующей четвертую, верхнюю сторону одной из рамок (рис. 5). Берут одну рамку, ставят ее вертикально на непарную длинную сторо-

Рис. 4. Цилиндрический садок для скрытоживущих личинок: *а* — стеклянная банка; *б* — крышка с сеткой; *в* — деревянный чурбачок с вбитыми в него гвоздиками; *г* — свободное пространство для личинок и их корма.

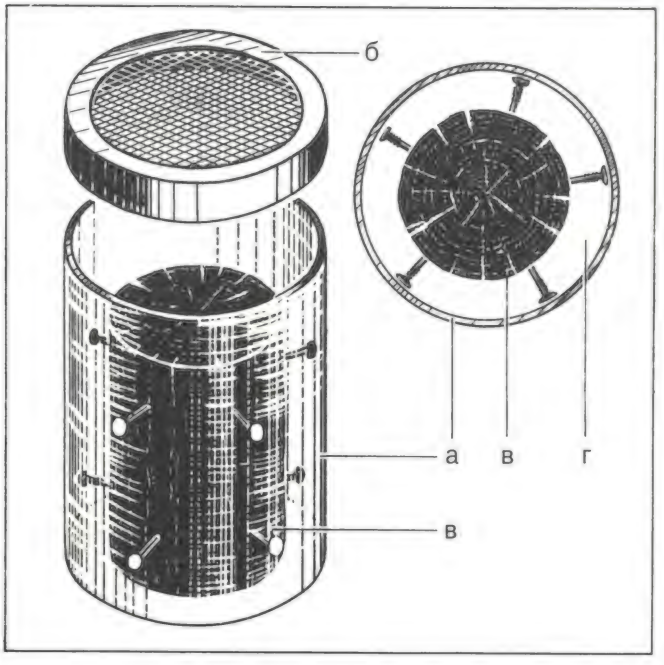
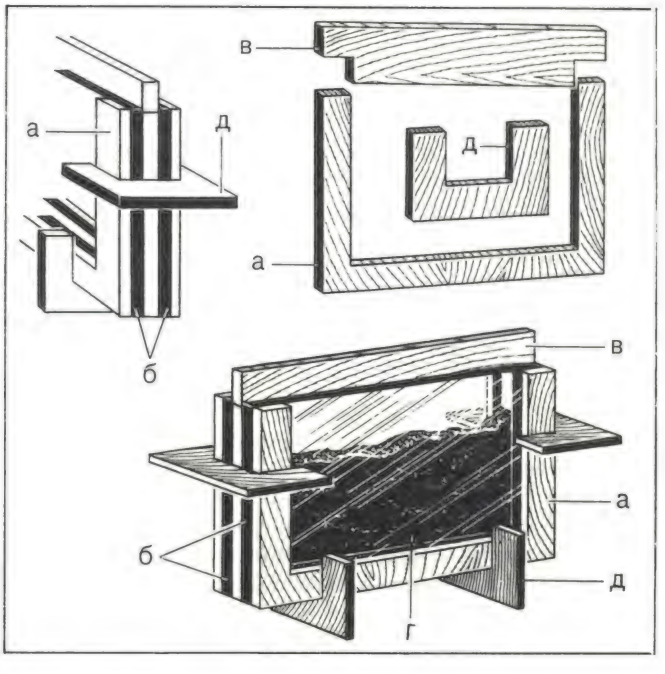


Рис. 5. Плоскостенный садок Б. С. Щербакова: *а* — рамки из фанеры; *б* — стекло; *в* — крышка; *г* — земля; *д* — скрепы (зажимы) из фанеры.



ну и прикладывают к ней с двух сторон оба стекла. Получается очень узкий ящичек, стенки которого нужно закрепить, а для этого к стеклам снаружи прикладывают две остальные рамочки, а снизу и с боков прижимают их тщательно подогнанными скрепками. Садок заполняется субстратом, в котором живут личинки (почвой, трухой, мукой). Если садок предназначен для крупных личинок, например майских жуков, прокладку между стеклами делают из 2—3 сложенных вместе фанерных рамок.

Наблюдения за насекомыми

Мир насекомых дает каждому школьнику обильный и доступный материал для биологических наблюдений. Насекомые встретятся вам не только на загородных экскурсиях, но и в черте города — на пришкольных участках, среди зелени садов, в пригородной рощице и даже на незастроенных пустырях, где еще уцелело несколько кустиков и пышно разрослись бурьян и крапива.

Правда, здесь мелкие шестиногие существа не так многообразны, как на лесных полянах и опушках или на цветущих лугах, но зато в этих местах на первых порах в них легче разобраться, легче научиться их наблюдать и, таким образом, приобрести исследовательские навыки, которые необходимы каждому юному натуралисту в его дальнейшей работе.

Итак, выходим на участок, который мы выбрали для наших «полевых исследований», и приступаем к наблюдениям над жизнью его шестиногих обитателей.

Под камнями или старыми досками можно найти укрывающихся там жужелиц — проворных жуков с металлическим отливом или со смолисто-черной блестящей окраской. Схваченная жужелица пытается укусить преследователя и выделяет жидкость с очень своеобразным острым запахом.

Жужелица — пример наземного хищника, своего рода «волк среди насекомых»: у нее длинные бегательные ноги и устремленная вперед голова с сильными челюстями (сравни с коровообразной фигурой «мирного» майского жука или блестящей бронзовки, «пасущейся» на цветках).

Подобно волкам, жужелицы охотятся преимущественно ночью и обладают хорошим чутьем (недаром так подвижны их усики). Летать они не могут, так как под надкрыльями у них нет перепончатых крыльев. От врагов жужелиц спасают главным образом едкие выделения, а металлический или вообще глянцевый блеск служит сигналом, предупреждающим птицу о несъедобности такого насекомого (см. ст. «Окраска и подражание у животных»).

За крупными жужелицами можно вести наблюдения в садке и зимой, подкармливая их мотылем, червями или мелкими кусочками мяса.

Чаще встречаются крылатые хищники. В начале лета среди зелени перелетают и переползают небольшие (12—15 мм) продолговатые жуки с рыжим грудным щитком и очень мягкими буроватыми надкрыльями — жуки-мягкотелки (см. рис. на стр. 398). Взятый пальцами жучок усиленно изгибает брюшко («движения угрозы»), подражая движениям жалящей осы. При этом обнаруживается, что брюшко у него рыжее. Едкий вкус делает жука-мягкотелку малоаппетитным для преследователей.

Еще интереснее защитные приспособления у другого хищника — панорпы, или скорпионки, небольшого насекомого с четырьмя пятнистыми сетчатыми крыльями одинаковых размеров, с головой, вытянутой в виде клюва (это не хоботок, на конце «клюва» видны челюсти), с желтыми ногами и необычайно гибким брюшком. У самцов брюшко загнуто кверху. Пойманная панорпа защищается угрожающими движениями брюшка (в действительности совершенно неопасными), а также выделяя изо рта бурую жидкость неприятного запаха. Поэтому птицы избегают трогать хорошо заметных скорпионок, напоминающих своими угрожающими движениями, расцветкой брюшка и ног жалоносных ос.

Особенно интересны наблюдения над тлями и теми насекомыми, которые питаются за их счет. Конечно, тлей, вредящих культурным растениям, следует немедленно уничтожать, но кроме них на участке можно найти колонии других видов тлей, за жизнью которых интересно понаблюдать. Это тли, живущие на сорняках или на безразличных для нас растениях: лопухе, чертополохе, пижме или полыни, крапиве, конском щавеле, черемухе.

Из перезимовавших яичек весной вылупляются тли, и притом исключительно бескрылые самки. Тонким хоботком тля непрерывно сосет соки растения, быстро вырастает, сменив несколько раз шкур-

Жужелица черная (увеличено).

Бронзовка золотая (увеличено).

ку, а затем начинает размножаться, рождая детенышей — опять-таки самок. Скоро на молодом побеге или на нижней стороне листа оказывается уже целая колония тлей. Наблюдая за колонией изо дня в день, можно видеть, как увеличивается ее численность, а затем заметить, что среди бескрылых самок появляются и крылатые. С помощью ветра они попадают на другие подходящие для них растения и там дают начало новым колониям бескрылых самок.

Замечено, что крылатые самки нарождаются, когда зараженный тлями побег начинает вянуть и становится неспособным прокормить более многочисленную колонию. За лето сменяется несколько поколений самок, а к осени нарождаются не только самки, но и самцы. Осенние самки уже откладывают зимующие яйца. У некоторых видов разные поколения живут на совершенно различных растениях («смена хозяев»). Так, крылатые самки черемуховой тли летом всегда переселяются на злаки, и только осенние самки вновь попадают на черемуху и на ней откладывают яйца.

Цикл развития тлей — чередование поколений, различающихся по внешнему виду и по способу размножения в зависимости от неодинаковых условий жизни,— выделяет их среди других насекомых. (Продолжая содержать зараженные тлями растения в теплом помещении, можно увеличить число живородящих поколений.)

Не менее интересно наблюдать отношения, сложившиеся между тлями и окружающей средой. У многих тлей тело покрыто восковым налетом, придающим им пепельную или черноватую окраску (попробуйте погрузить их в эфир, бензин или крепкий спирт, и тли окажутся «голыми»). Воск не смачивается водой, и потому тлям не страшны дожди и росы; вдобавок вязкий восковой слой делает тлей неаппетитными для птиц.

Повреждаемые тлями листья сморщиваются и скручиваются; в результате получается, что сами же листья предоставляют своим вредителям надежное укрытие (эту особенность легко наблюдать на колониях черемуховой тли). Наконец, есть тли, уколы которых вызывают на листьях образование особых мешковидных наростов (галлов), внутри которых тля и ее потомство имеют и готовый стол, и уютный дом (особенно заметны крупные красноватые галлы на верхней стороне листьев вяза; их следует взять для исследования и для наблюдений в садке).

Однако все сказанное еще вовсе не означает, что тли защищены от всяких опасностей: существует немало насекомых, развивающихся исключительно за счет тлей. Вблизи тлей часто встречаются яркие пятнистые жучки — божьи коровки и их личинки — плоские серовато-сизые букашки с оранжевыми отметинами. И те и другие невозбранно «пасутся» на колониях тлей, представляющих для них

«подножный корм» (поблизости следует искать и пятнистых куколок божьих коровок).

Здесь же часто попадаются существа грязно-зеленого или грязно-желтого цвета, напоминающие пиявок. Это личинки цветочных мух сирфов, или журчалок,— безногие и даже безглазые хищники, которым стоит только изогнуться вправо или влево, чтобы схватить очередную тлю. Такую личинку вместе с колонией тлей также следует взять для дальнейших наблюдений в садок. Тут же на побеге или листве растения личинка превращается в куколку, похожую на застывшую каплю, а затем из куколки выходит муха сирф, посещающая цветки и по окраске напоминающая осу (пример мимикрии).

Наконец, в колонии тлей можно обнаружить и еще одного хищника — серую личинку с торчащими вперед челюстями, покрывшую себя футляром из пустых шкурок съеденных тлей. Это личинка золотоглазки-флерницы — сетчатокрылого насекомого с нежными светло-зелеными крыльями, зеленым телом, золотистыми глазами и с отвратительным запахом, который оно издает, если его потревожить.

Каким же образом перечисленные нами очень непроворные личинки оказываются именно там, где для них обеспечена легкая добыча? Об этом, оказывается, «позаботились» их матери: инстинкт заставил их отложить яички возле колоний тлей, подобно тому как такой же материнский инстинкт побуждает капустницу откладывать яйца на листьях крестоцветных, а крапивницу — на крапиву.

У тлей еще много и других опасных врагов. Нередко в колониях тлей можно увидеть мертвых самок с потемневшим и раздутым брюшком или с брюшком, в котором зияет круглое отверстие. Эти тли уничтожены маленьким наездником афидиусом; самки афидиусов откладывают яйца в тело тлей, а вышедшая из яйца личинка поедает внутренности своего хозяина. (Найдя колонию с раздутыми, но еще не имеющими «пробоин» тлями, поместите ее в отдельную пробирку, заткнутую комочком ваты, чтобы наблюдать выход афидиусов.)

На пораженных тлями растениях часто оказываются муравьи. Иногда вполне обозрима «торная дорога», по которой они путешествуют сюда из своего муравейника. Но для муравьев тли не добыча, а нечто вроде «дойного скота» (см. ст. «Общественные насекомые»). Когда муравей поглаживает брюшко тли своими усиками, она выделяет на конце брюшка каплю медвяной росы — избыток жидкой пищи, которую муравей заглатывает (с помощью лупы хорошо виден процесс «доения» тлей).

Так, наблюдения над насекомыми-хищниками и наблюдения над тлями и теми насекомыми, которые живут или развиваются за их счет, раскрывают перед нами ряд интереснейших биологических явлений и вместе с тем показывают, кого среди обитателей сада и огорода следует считать нашими друзьями, а кого — врагами, вредителями зеленых насаждений.

Наблюдения за птицами в природе

В лесу часто слышно кукование кукушки, но очень многие видели кукушку только на картинках. А какая она на самом деле? Каковы ее повадки? Где она живет — в дупле, в гнезде или у нее вовсе нет постоянного пристанища? Кукушку легко отличить по голосу, но в лесу сотни видов птиц, и каждая щебечет или поет на свой лад. Какие это птицы? Трудно наблюдать лишь первую птицу. А потом появится опыт, разовьется наблюдательность. Недаром один из лучших знатоков русской природы — проф. Д. Н. Кайгородов говорил: «Ничто так не изощряет, не утончает наблюдательности, как наблюдение птиц. Изощряет зрение, развивает и утончает слух». Внимательный и терпеливый наблюдатель, будь он даже не ученый, а просто школьник, может подметить в жизни птиц ценные для науки явления.

Начинать наблюдения надо с определения вида птиц. Если вы еще неопытны и не можете безошибочно узнать птицу, обратитесь к знающему человеку либо к хорошей книге. Есть определители птиц по цветным рисункам. Лучший из них — «Птицы СССР» В. Е. Флинта и других («Мысль», 1968). В этой книге на 48 цветных таблицах около 900 изображений птиц. Много цветных рисунков птиц и в определителе «Птицы лесов и гор СССР» Р. Л. Беме и А. А. Кузнецова («Просвещение», 1966).

В городах определять птиц вам могут помочь их чучела в местном музее. Если вы увидели неиз-

вестную вам птицу и хотите определить ее по книге, запишите подробно ее приметы:

1) размер в сравнении с хорошо известными птицами (воробьем, скворцом, голубем);

2) окраску. Например, так: «Горло и грудь кирпично-красные, весь верх серый с оливковым оттенком, брюшко и бока такие-то» и т. д.;

3) повадки птицы: ее поведение, подвижность, характерные позы. Например: «Кругообразно вращает хвостом, когда тревожится» (сорокопут) или: «Сидя на ветке, встряхивает крыльями, словно порываясь лететь» (мухоловка);

4) голос, если это возможно,— буквами. Например: «пинь-пинь-таррах» (тревожный крик синицы). Можно сравнить голос птицы с каким-либо знакомым звуком, например: «скрипы в разных тонах» (песня снегиря). Некоторые виды птиц внешне почти неразличимы, например пеночки и камышевки, но по песне их можно отличить;

5) место, где встречена птица; растение, на котором она кормилась; например, щеглы кормятся зимой на репейнике, чижи и чечетки — на березах и ольхах, а снегири — на ясенях.

Наблюдать за птицами можно всюду, даже в больших городах. Виды птиц, наиболее удобные для фенологических наблюдений, перечислены в таблице. Крестиками отмечено, какие сезонные явления в жизни птиц наблюдаются весной или осенью.

Виды птиц	Прилет		Пение (крик)		Отлет	
	первых	массовый	начало	конец	массовый	последних
Аист белый	+	+	—	—	+	+
Вальдшнеп	—	—	+	+ (тяга)	—	—
Глухарь	—	—	+	+	—	—
Грач	+	+	—	—	+	+
Гуси	+	+	—	—	+	+
Жаворонок полевой	+	+	+	+	—	—
Журавль	+	+	—	—	+	+
Зяблик	+	+	+	+	+	+
Иволга	—	—	+	+	—	—
Коростель (дергач)	—	—	+	+	—	—
Кукушка	—	—	+	+	—	—
Ласточка городская	+	+	—	—	+	+
Ласточка деревенская	+	+	—	—	+	+
Перепел	—	—	+ (бой)	+	—	—
Скворец	+	+	—	—	+	+
Снегирь	+ (отлет)	+	—	—	+ (прилет)	+
Соловей	—	—	+	+	—	—
Стриж	+	+	—	—	+	+
Тетерев	—	—	+ (ток)	+	—	—
Белая трясогузка	+	+	—	—	+	+

Особенно интересно наблюдать за жизнью птиц летом. В пионерском лагере, например, легко организовать наблюдения за птичьими гнездами. Если птиц не пугать, они перестанут бояться человека. Кружок юннатов в лагере должен взять на себя заботу о неприкосновенности птичьих гнезд. Даже не желая этого, можно погубить гнездо: достаточно подойти несколько или хотя бы один раз компанией к гнезду, расположенному на земле. Ночью по протоптанной вами тропе может пробежать хищник — кошка или хорек, которые без труда найдут и уничтожат гнездо. К гнездам должны ходить не более двух наблюдателей и как можно реже.

Найдя гнездо и определив, чье оно, следует описать его. Удобнее всего описывать каждое гнездо на отдельной карточке из плотной бумаги размером в половину тетрадной страницы. Эту карточку следует заранее разграфить и в каждой графе отметить, что в нее должно быть занесено.

Номер, вид (название птицы), адрес, место обитания (например: «смешанный ельник с густым подлеском бузины»), место гнезда (на земле, в дупле липы, в синичнике и т. д.), диаметр дерева в сантиметрах, высота гнезда над землей в метрах. Для гнезд в дуплах и искусственных гнездовьях нужно указать размеры летка, в какую сторону он выходит. Глубина дупла или скворечника измеряется от нижнего края летка до дна, для искусственных гнездовий указываются размеры дна, например: 13×14 см. В открытом гнезде нужно измерить диаметр гнезда, высоту гнезда, диаметр лотка (чашеобразного углубления гнезда) и глубину лотка. Материал, из которого сделано гнездо. Если материал самого гнезда отличен от материала выстилки лотка, нужно указать его отдельно для каждой из этих частей.

Дальше записывается количество и цвет яиц, число птенцов, их возраст в днях, если можно более

В густых зарослях вблизи водоемов можно увидеть маленькую камышевку. Очень интересно наблюдать, как она выращивает птенцов. Вот только три кадра, схваченные фотоаппаратом *(слева направо)*: комар-долгоножка не редкость в рационе 9-дневных птенцов; тренировка перед вылетом из гнезда; птенца, вылетевшего из гнезда, мать еще продолжает кормить.

или менее точно определить. Затем отмечается, слепы ли птенцы или открыли глаза. Потом (в миллиметрах) — размеры перьев хвоста — «рулей», размеры перьев крыла — «махов». Эти сведения позволяют приблизительно определить возраст птенцов. Даты конца кладки яиц, вылупления и вылета птенцов следует заносить на карточку только в том случае, если они точно известны.

Карточку надо заполнять на месте. Если какой-нибудь вопрос не ясен, лучше совсем не давать ответа, чем записывать догадки или неточные сведения. Ответы должны быть предельно ясными и краткими. На обороте карточки записываются повторные наблюдения за гнездами, там же желательно сделать рисунок гнезда или наклеить фотографии гнезда и его окружения.

Некоторые птицы очень пугливы. Если в гнезде находятся яйца или только что вылупившиеся птенчики, долго оставаться возле него нельзя: птицы могут бросить его. Все наблюдения и записи следует делать вдали от гнезда, а вплотную к нему подходить только для необходимых измерений.

Каждой весной начиная с 1926 г. у нас в стране проводится День птиц. В этот день учащиеся сами знакомятся и знакомят население с жизнью птиц. В школах День птиц обычно отмечается 24 марта — в первый день школьных весенних каникул или в один из первых выходных дней апреля. В День птиц дети развешивают столько скворечни-

ков для скворцов, что число этих птиц в нашей стране сильно увеличилось, местами стало даже чрезмерным. Сейчас гораздо важнее изготовлять не скворечники, а синичники — небольшие домики для маленьких птичек: синиц, мухоловок-пеструшек, горихвосток — и развешивать их прежде всего в плодовых садах. Каждый учащийся должен сделать такой птичий домик.

Рисунок на стр. 407 показывает части синичника или скворечника. Крыша делается из горбыля или доски, но обязательно открывающаяся. Это нужно для чистки гнездовья. Важно соблюдать указанные размеры домиков. Для скворца внутренняя величина дна должна быть не меньше чем 13 × 13 см, а диаметр летка — 4,7—5 см. Для большинства мелких птиц пригоден домик с размером дна 10 × 10 см, а для мелких видов синиц и того меньше. Для большой синицы внутренние размеры дна лучше увеличить до 12 × 12 см. Диаметр летка синичника — 3,2—3,5 см.

Гнездовья из сырых досок совершенно непригодны: при высыхании они дают трещины, щели, в таких домиках птенцы при холодной погоде погибнут. Значит, доски для птичьих домиков нужно заготовить заранее и хорошенько просушить.

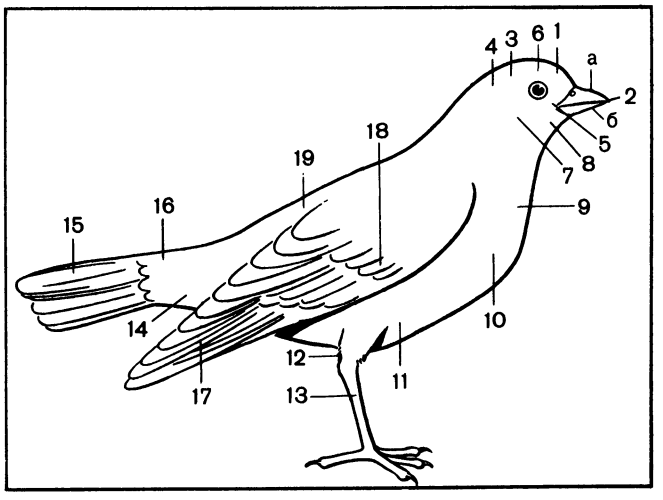
Домик, вымазанный снаружи грязью, птицы заселяют охотнее, чем белый. Еще лучше покрасить его коричневой или зеленой масляной краской. Такое гнездовье висит на дереве без ремонта 10—15 лет. Не следует стругать внутренние стенки гнездовья, так как птицам будет трудно выбираться из него, да и снаружи его стругать не обязательно.

Синичники для города делаются с очень маленьким летком — 3 см диаметром, чтобы в него не пролез большой городской воробей.

Очень важно правильно развесить гнездовья: самые лучшие птичьи домики, если они неправильно повешены, останутся пустыми. Даже наклон гнездовья имеет значение. Вперед его можно наклонить очень сильно, птиц это не пугает. А домики, запрокинутые назад, птицы не занимают: им трудно выбираться оттуда. В таблице указано, какие гнездовья, где и как нужно вешать.

Название гнездовья	На какой высоте вешать (м)	Где вешать	Для каких птиц
Скворечник	4—8	В поселках, на окраинах города, на опушке леса, в саду	Скворцы
Синичник	3—6	В лесу, саду, парке; меньше — на окраинах городов и в поселках	Синицы, мухоловки-пеструшки, горихвостки, вертишейки, поползни

Обозначение частей тела птицы: *1* — лоб; *2* — клюв, *а* — надклювье, *б* — подклювье; *3* — темя; *4* — затылок; *5* — уздечка; *6* — бровь; *7* — щека; *8* — горло; *9* — зоб; *10* — грудь; *11* — брюхо; *12* — голень; *13* — цевка, плюсна; *14* — подхвостье (нижние кроющие перья хвоста); *15* — рулевые перья, рули (хвост); *16* — надхвостье (верхние кроющие перья хвоста); *17* — маховые перья; *18* — кроющие перья крыла; *19* — спина.



Развешивая гнездовья, нельзя забывать о злейших врагах птиц — кошках. Для них доступен домик, поставленный на сучок дерева: сидя на сучке, кошка с удобством орудует в нем лапой через леток. Для развески выбирайте дерево потолще и, главное, без сучьев внизу, чтобы на него было трудно влезть без лестницы. Развешивают гнездовья, взобравшись на лестницу или при помощи шеста.

Нельзя портить деревья, забивая в них гвозди. От этого особенно страдают березы: весной из пробитой гвоздем дырочки долгие недели течет сок дерева. Есть много способов прикрепления синичников к дереву без повреждений. На рисунке изображен синичник, привязанный проволокой. Свободный конец проволоки перебрасывают наискось через крышку и закрепляют на гвозде, вбитом в переднюю стенку. Это надежный запор от посягательств ворон и сорок, которые легко могут сбросить открывающуюся крышку и достать из гнезда птенцов.

Просто и удобно вешать скворечник с поперечной задней планкой. Зацепив гвоздем на конце шеста за леток, синичник кладут в развилке двух сучков. Зажатый сучками, синичник повиснет очень прочно. Этот способ хорош для развески синичников на соснах с их мутовчатым расположением сучьев и на плодовых деревьях.

Как только птицы поселятся в домике, можно начинать наблюдения за ними. Сначала птицы очень осторожны и боятся показываться около гнезда. Когда выведутся птенцы, птицы начнут носить им корм.

В средней полосе нашей страны больше половины всех синичников в лесу обычно заселяют мухоловки-пеструшки. К наблюдателям пеструшки привыкают очень быстро. Бывали случаи, когда насиживающую птицу брали в руки, сажали обратно на гнездо и она продолжала насиживание. С большими синицами труднее. Пока не вывелись птенцы, близко к гнезду чаще одного-двух раз подходить нельзя — птицы могут бросить гнездо, да и при птенцах нужно быть очень осторожным. Не очень пугливы у гнезд горихвостки, серые мухоловки и поползни. А мелкие синицы — гаички, московки, хохлатые — необычайно доверчивы.

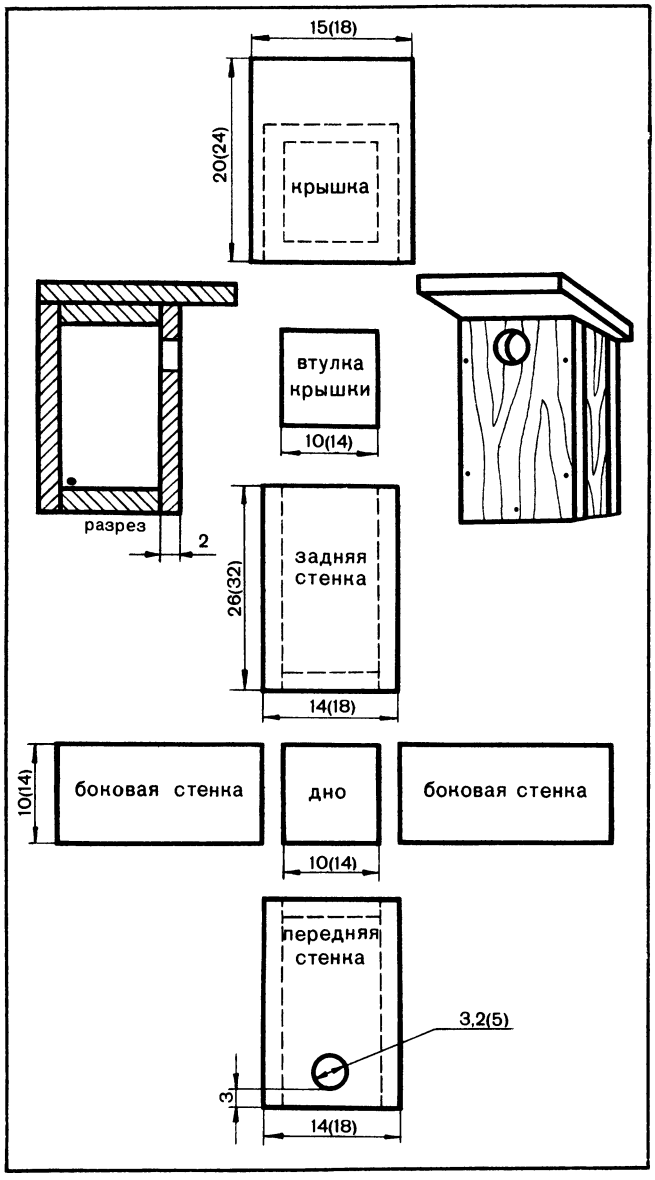
Одно гнездо гаички было в дупле низко над землей. Наблюдали за ним сидя на табуретке метрах в десяти. Понемногу наблюдатель стал приближаться к гнезду и через несколько часов придвинулся так близко, что мог достать рукой до дупла в дереве, куда влетали гаички. На другой день наш наблюдатель уже ловил на себе комаров и держал в пальцах у самого летка. Покормив птенцов, птички брали комара из рук и снова ныряли в дупло, чтобы скормить его птенчикам, а вылетая, внимательно осматривали пальцы — нет ли еще комарика. Кто бы ни узнавал про этих чудесных птичек — обязательно хотел хоть полчасика посидеть около них и покормить их из рук комарами.

Интересно выяснить значение птиц как истребителей вредных насекомых. Количество приносимого корма подсчитать довольно просто. Два наблюдателя располагаются метрах в десяти от гнезда (если птицы волнуются, прекратили кормление, то нужно отодвинуться дальше). Для маскировки можно поставить переносный шалашик и накрыть его зеленой материей или замаскировать травой. Один из наблюдателей только следит за тем, что делается у гнезда, и сообщает товарищу, а тот все подробно записывает.

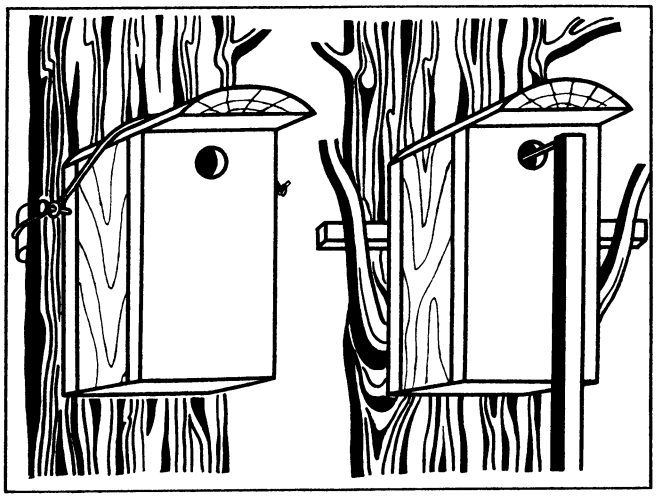
Узнать, каких именно насекомых приносят птицы в гнездо, значительно труднее. Издали даже в бинокль их трудно рассмотреть. Для таких наблюдений незаменима так называемая темная камера. Из нее можно рассматривать птицу и ее птенцов совсем рядом, и, удивительное дело, птица ведет себя так, словно около нее нет человека, она попросту его не видит. Все это очень интересно и необыкновенно: в полумраке синичника блестят черные глаза прилетевшей птицы, у нее в клюве громадная и уже неподвижная гусеница. Шесть кричащих открытых ртов. Кому же достанется гусеница? А птица разрывает ее и половинками кормит двух птенцов. И это происходит на расстоянии 30 см от глаз наблюдателя, тут все можно рассмотреть.

Птицы в камере могут рассказать о себе сами несравненно больше интересного, чем самая инте-

Схема изготовления гнездовья. Размеры (в сантиметрах) указаны для синичника, а в скобках — для скворечника.



Способы укрепления птичьих домиков: *слева* — с помощью проволоки; *справа* — с помощью поперечной планки. Домик подвешивается шестом с земли.



ресная книга. Поэтому мы считаем, что такую камеру нужно иметь в каждом пионерском лагере (и тем более в школьном лесничестве), чтобы каждый пионер смог увидеть, как живут птицы у себя дома. Камеру могут сделать старшие ребята, но лучше поручить эту работу мастеру: она требует хорошей подгонки стенок, чтобы не было щелей.

Рисунок на стр. 409 показывает детали камеры. На каркас из планок набивают фанеру или картон. Щиты стенки сбивают гвоздями или, что лучше, скрепляют шурупами, нужно учесть, что обычно на зиму камеру приходится разбирать для удобства хранения. Крыша — лист фанеры с планками, прибитыми снизу, она надевается на собранную камеру, как крышка на коробку. Прорезь для наблюдений (10 × 10 см) лучше сделать немного правее середины, снаружи под ней нужна полка, чтобы ставить синичник с гнездом, а внутри — откидной столик. В камере ставят стул, не лишним будет и электрический фонарик. Свет не должен проникать в домик, поэтому его следует покрасить масляной краской, снаружи зеленой, для маскировки, внутри черной. Щели можно проклеить черной бумагой.

Готовую камеру ставят около дерева, на котором есть синичник с птенцами не менее чем 2—3-дневного возраста. Понемногу, не более чем по метру за один раз, спускают синичник по стволу дерева вниз. Это занимает несколько часов, так как после каждого передвижения нужно дать птицам найти свой дом на новом месте, освоиться. Наконец, синичник ставят на полку против прорези в камере. Теперь нужно только заменить его на другой, в котором заднюю стенку можно вынимать (см. рисунок). Сюда переносят гнездо и птенцов. Последнюю замену птицы принимают, как правило, легко. Синичник на камере нужно прикрепить проволокой.

Теперь, забравшись в камеру, можно видеть все, что делается в гнезде. Света, проникающего через леток, вполне для этого достаточно, и птицы начинают показывать все тайны своего гнезда. В момент, когда они улетают за кормом, можно зажечь свет, чтобы сделать запись или взвесить птенчика на аптекарских весах. Может еще понадобиться маска из черной бумаги с дырками для глаз и рта: при разглядывании гнезда с очень близкого расстояния, когда света много, птица иногда замечает

Новый дом пришелся по вкусу скворцу.

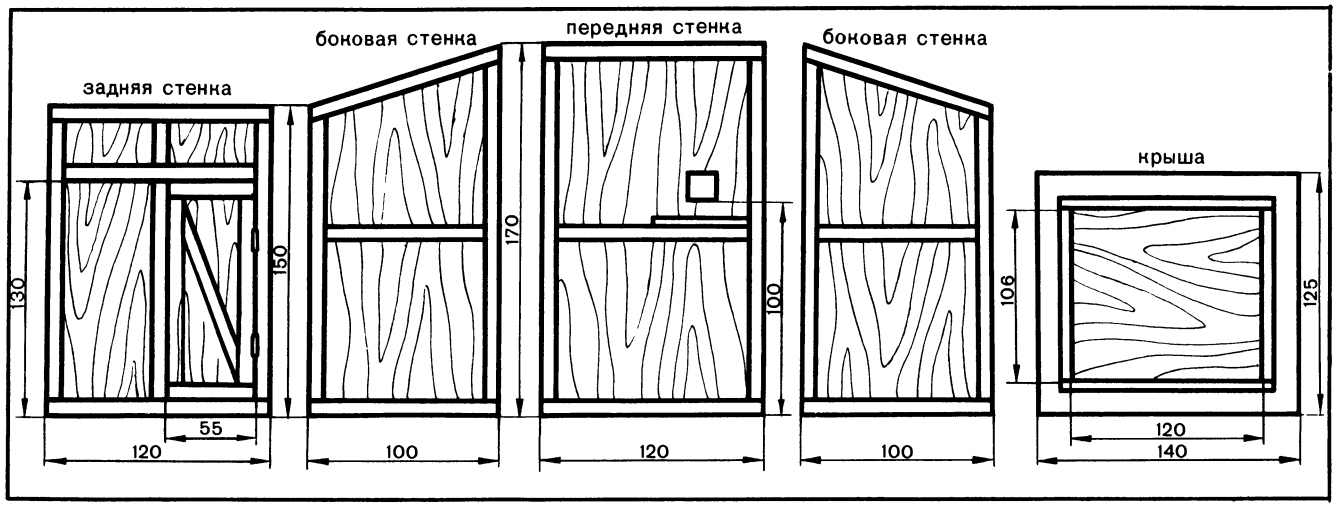
лицо наблюдателя, начинает волноваться, присматривается, бросает свои дела. Это бывает не часто, но маску под руками все же нужно иметь.

Птенцы, особенно среднего возраста, боятся холода. Когда наблюдения не ведутся и особенно на ночь заднюю стенку гнездовья нужно обязательно плотно закрывать. В холодную погоду лучше и при наблюдениях закрывать это отверстие стеклом.

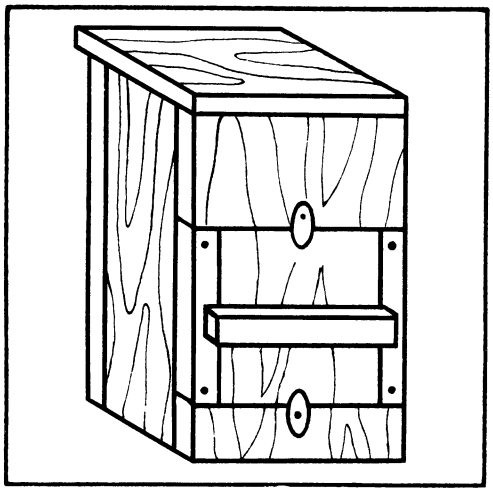
Из камеры легко узнавать насекомых, которых приносят птицы (гусеница, жук, бабочка и т. д.). Интересно сделать подсчет насекомых, приходящихся на одного птенца за сутки, за час. Здесь ведь видно, какого именно птенца кормит птица, как распределяется корм между всеми птенцами. В гнезде все изменяется с удивительной быстротой, птенцы растут не по дням, а по часам, и это без всякого преувеличения, вес птенчика за день может увеличиться в полтора раза, а все развитие от вылупления из яйца до вылета из гнезда проходит у многих наших птиц всего за 11 дней.

Самые ценные сведения можно получить, если сменные дежурные будут вести наблюдения весь

Детали камеры для наблюдения за птицами.



Гнездовье для наблюдения из камеры.



день без перерывов. Это трудно, ведь птичий день начинается с 3—4 часов утра, но зато интересно. Очень важно при помощи арифметических расчетов установить число принесенных птицами насекомых, их вес за сутки, сделать фотографии птиц и птенцов (в камере их легко делать со вспышкой).

В нашей стране учащиеся проводят не только весенний, но и осенний День птиц — праздник встречи зимующих пернатых: синиц, снегирей, чечеток, свиристелей и др. День встречи зимующих птиц проводится в средней полосе РСФСР в один из выходных дней середины ноября. Главная задача этого праздника — наладить зимнюю подкормку полезных птиц, и прежде всего синиц.

Готовиться к встрече зимних птиц начинайте заранее, еще с августа: ведь для подкормки нужно запасти корм. Один из лучших видов корма — семена арбуза; синицы их охотно раздрабливают и выедают через дырочку. Но воробьи с ними не могут справиться. С наступлением холодов устраивайте кормушки и регулярно насыпайте в них корм: коноплю, семена подсолнечника, арбуза, тыквы, а для синиц — также сало и любое мясо. Синицы очень охотно едят куриные или кроличьи потроха, в первую очередь тщательно собирая с них сало. Для зерновых кормов удобна самоподсыпающаяся кормушка. Корм в нее засыпают раз в неделю или даже реже. Передняя стенка у такой кормушки двигается в пропиленных пилой пазах. Ее выдвигают так, чтобы через щель зерно высыпалось понемногу на полку — дно кормушки, откуда его берут птицы. Если птиц не пугать, они быстро привыкают к человеку и позволяют смотреть на себя с расстояния 3—4 м.

Интересна застекленная кормушка, которую можно повесить у самого окна снаружи. Птицы не увидят наблюдателя, так как он в темной комнате за стеклом, а они на свету. Чем ближе птицы, тем больше интересного замечаешь в их поведении. Попробуйте описать повадки различных видов птиц, прилетающих к кормушке. Синица, например, таскает из нее по зернышку и на ветке ближайшего дерева долбит семечко, зажав лапками, снегирь легко разгрызает крупное семя подсолнечника своим могучим клювом. Кормить птиц нужно до весны, пока они сами не покинут кормушку.

Кольцевание птиц

Перелеты птиц давно изучались, но многие вопросы оставались неясными. Куда летят на зимовку птицы, гнездящиеся у нас? Откуда прилетают они весной? Возвращаются ли птицы в то же место, где они вывелись или гнездились в прошлом году? По каким путям летят перелетные птицы? На многие вопросы точный ответ был получен после того, как в разных странах мира (на гнездовье и на зимовках) стали кольцевать птиц, т. е. отмечать их при помощи надетого на ногу легкого кольца с номером и обозначением учреждения, выдавшего метчику кольцо. Существуют и другие способы мечения, которые принципиально не отличаются от кольцевания и преследуют те же научные цели.

В нашей стране кольцеванием птиц стали заниматься с 1892 г., но в больших масштабах только после Великой Октябрьской социалистической революции. Теперь у нас ежегодно кольцуют 170—200 тыс. птиц.

Кольцевание птиц проводят научные учреждения, заповедники, организации охотников и отдельные лица. Всю эту работу объединяет Центр кольцевания, он же выдает кольца. Адрес Центра: Москва, ул. Кравченко, д. 12.

Кольца сделаны из алюминия и имеют надпись «Москва», а также буквенное обозначение серии и порядковый номер. Серии соответствуют размерам кольца.

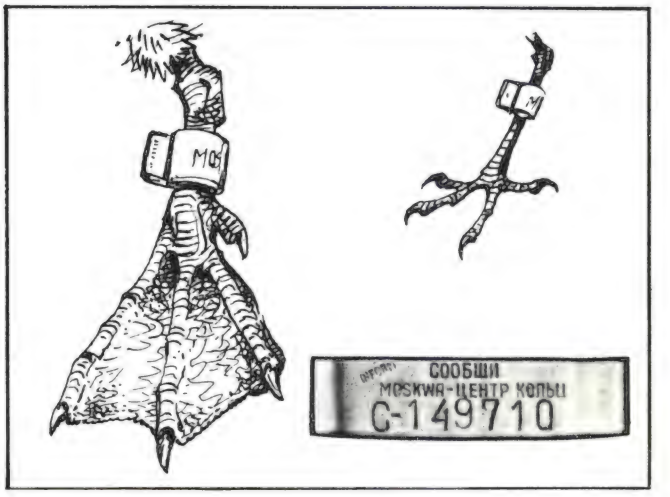
Например, кольцами серии А метят самых крупных птиц — орлов, лебедей, журавлей, пеликанов, аистов; серия В предназначена для гусей, глухарей и др.

Все сведения о добытых птицах с кольцами следует направлять в Центр кольцевания. Обязательно надо указать серию (букву) и номер; лучше всего при этом послать и снятое с птицы кольцо. В Центре кольцевания эти данные собирают и регистрируют, а затем используют для научной работы.

Кольцуют всяких птиц (как птенцов, так и взрослых). Главное внимание при кольцевании надо обращать на тех птиц, которые имеют не только научное, но и практическое значение, как, например, охотничьи и полезные в сельском хозяйстве насекомоядные птицы.

Кольцевание птиц требует знаний и подготовки. Метчик должен уметь точно определить, какую птицу он кольцует. Без этого его труды могут оказаться бесполезными. Он должен уметь ловить птиц. При кольцевании необходимо вести точные записи, указывая номер и серию кольца, название птицы (по возможности научное, латинское), время кольцевания (число, месяц и год) и место, где была окольцована птица.

Размеры кольца зависят от величины птиц, которых кольцуют. *Внизу* — развернутое кольцо.



Желательно указать возраст (птенец, взрослая) и пол птицы. Все эти сведения должны быть своевременно направлены в Центр кольцевания.

Пойманную для кольцевания птицу надо как можно скорее выпустить. Больных, подраненных, а тем более содержавшихся в клетках птиц кольцевать не следует. Никоим образом нельзя одно и то же кольцо употреблять два раза: это приведет к путанице.

Нет необходимости стрелять птиц, чтобы взять надетые на них кольца (хотя иногда и в этом бывает нужда). Гораздо лучше ловить окольцованных птиц и быстро выпускать их на волю, при этом надо немедленно записать серию и номер кольца, название птицы, место и время ее поимки.

Важно, чтобы кольцевание и вылов птиц по возможности систематически происходили в одном и том же месте. Такая же преемственность должна соблюдаться метчиками и при выборе видов птиц, кольцуемых в той или иной местности. Стремиться окольцевать как можно больше видов птиц не следует; но чем больше особей одного вида будет отмечено, тем лучше.

Юные натуралисты могут с большой пользой принимать участие в кольцевании птиц, но только под непосредственным руководством знающих это дело старших.

Надо помнить: птицы — друзья человека. Кольцевание проводится для изучения птиц и не должно приносить им вреда. Поэтому при кольцевании надо бережно и умело обращаться с пойманными птицами.

Массовое кольцевание необходимо потому, что количество добываемых с кольцами птиц по отношению к общему числу окольцованных невелико.

В Европе и Северной Америке оно колеблется от 2 до 4%, но кольцевание по охотничьим видам птиц и по гнездящимся большими скоплениями, как, например, на северных птичьих базарах, достигает 10%.

В СССР наибольшее число находок окольцованных птиц относится к уткам (из окольцованных крякв было добыто около 7%, в отдельных районах — до 17%), наименьшее — к воробьиным (ласточек — 0,5%, скворцов — около 1%).

Аквариум и террариум

Аквариум. Его устройство и содержание

Наблюдать за живыми пресноводными рыбами и другими животными наших водоемов очень интересно. Рыб можно содержать в аквариуме в школьном уголке природы или дома.

Прежде всего необходимо приобрести какой-либо сосуд, подходящий для устройства аквариума. Можно использовать стеклянные банки различных размеров, в зависимости от того, каких животных собираются в них держать. Удобнее всего прямоугольные аккумуляторные сосуды или специальные стеклянные аквариумы. В магазинах учебных пособий и в зоомагазинах продаются рамочные аквариумы различных размеров. Хорошо иметь аквариумы примерно на 50 л воды (размер 40×35×35 см).

Число животных, которых вы собираетесь разместить в аквариуме, зависит от его размеров, от того, насколько правильно он оборудован, а также и от выбора животных.

При оборудовании и устройстве аквариума рекомендуется проделать следующее:

1. Тщательно вымыть аквариум. Налить в него воду и оставить так на 2—3 дня, чтобы убедиться, что аквариум исправен: течи нет, вода в пазах не просачивается. Если для аквариума используется стеклянная банка, ее следует хорошо вымыть.

2. Вылив воду из аквариума, надо устроить в нем грунт для растений. Для этого берется определенное количество речного песка. Песок следует промывать в тазу до тех пор, пока вода не будет совершенно чистой. Промытый влажный песок укладывают на дно аквариума ровным слоем в 5—6 см и разравнивают его поверхность. Грунт для укореняющихся растений устраивают иначе: на дно аквариума укладывают промытый песок слоем в один сантиметр. Поверх песка располагают слой измельченного торфа (2—3 см), а поверх торфа — снова слой песка в 2 см.

3. Растения укрепляют в грунте еще до того, как будет налита вода. Аквариум засаживают самыми различными водными растениями, местными, обычными для средней полосы, например элодеей («водяной чумой»), роголистником, или южными растениями, которые обычно продаются в зоомагазинах: валлиснерией, кабомбой, стрелолистом. Многие из этих растений, например валлиснерия, стрелолист, хорошо укореняются в устланном торфом грунте, дают побеги и быстро разрастаются в аквариуме. Для таких же растений, как элодея, роголистник, перистолистник, пузырчатка, можно устроить песчаный грунт. Чтобы укрепить в нем растения, лучше всего связать по нескольку веточек вместе.

Растения необходимы во всяком аквариуме, так как днем они выделяют много кислорода; он растворяется в воде и используется животными для дыхания.

4. После посадки растений аквариум немедленно наполняют чистой водой из водопровода, реки или озера. Водопроводную воду следует выдержать дня 3—4 в ведрах или банке, так как она обычно хлорирована.

Чтобы не поднять водой песок и не повредить посаженные растения, воду наливают через воронку, подвешенную к стенке аквариума. Но можно сделать и гораздо проще. Поверх посаженных растений кладется плотный лист писчей бумаги, укрывающий весь грунт. Затем из кружки или банки осторожно наливают воду на бумагу. По мере наполнения аквариума бумага всплывает на поверхность воды. Аквариум не следует наполнять до самого края. Обычно воды наливают на $^3/_4$ или $^4/_5$ его высоты и, чтобы предохранить аквариум от пыли, накрывают стеклом.

Теперь, когда аквариум почти готов для заселения, его устанавливают на постоянное место вблизи окна. Однако летом аквариум не следует ставить близко к окну, если оно освещается солнцем. По-

Рыбы, разводимые в аквариумах:
1,2 — петушки, или бойцовые рыбки;
3, 4 — макроподы;
5 — скаляр; *6* — скаляр черный; *7* — дамский чулочек; *8* — вуалехвост;
9 — тернеция;
10 — меченосец (самка);
11 — меченосец (самец);
12 — меченосец чернохвостый;
13 — тетрагоноптер;
14 — афиосемион Аля;
15 — голубой неон;
16 — красный неон;
17 — гурами жемчужный;
18 — гуппи (самка);
19 — гуппи-плащеносец;
20 — гуппи цветной (самец); *21* — гуппи вуалевый (самец);
22 — цихлазома

глазчатая;
23 — цихлазома красногорлая;
24 — моллиенезия лира;
25 — нотобранх Гюнтера;
26 — панцирный сомик.

лезно даже со стороны окна завесить наружную стенку аквариума папиросной бумагой. Это предохранит его от перегрева и чрезмерного зарастания нитчатыми водорослями.

Для борьбы с водорослями полезно посадить в аквариум несколько улиток — лучше всего катушек или мелких улиточек, называемых физами. Улитки питаются водорослями и освобождают аквариум от нитчаток. Улиток-прудовиков держать в аквариуме не следует: они могут испортить растения.

Прежде чем сажать в оборудованный аквариум животных, следует выдержать его несколько дней (чем больше, тем лучше). За это время вода достаточно насытится кислородом, который выделяют растения.

5. При размещении животных в аквариуме прежде всего нужно избежать его перенаселенности. Необходимо добиться равновесия между деятельностью растений, очищающих воду, и деятельностью животных. Это в значительной степени облегчит дальнейший уход за аквариумом. В аквариум, вмещающий 50 л, можно посадить 3—4 рыбки размером 6—8 см (карасей, окуньков, пескарей, золотых рыбок и их разновидности) или 10—12 рыбок меньшего размера, например экзотических аквариумных рыбок (меченосцев, пецилий, гуппи, макроподов).

Пресноводных беспозвоночных — жуков, клопов, личинок ручейников, личинок стрекоз — нельзя сажать вместе с рыбами. Одни из них причиняют вред рыбам, других рыбы, безусловно, съедят. Таких животных, как различные виды водяных жуков, например жуков-плавунцов, а также водяных клопов-гладышей, следует размещать в отдельных банках.

6. Уход за аквариумом заключается в поддержании его чистоты и в кормлении животных. В правильно оборудованном и умело заселенном аквариуме воду не меняют месяцами.

Если вы заметите в аквариуме помутнение воды, если рыбки все время плавают у поверхности и заглатывают воздух, следует сменить воду. Для этого рыб вылавливают сачком в отдельную банку, а воду осторожно сливают из аквариума сифоном.

Погруженным в воду концом сифона водят у поверхности грунта и собирают таким образом накопившуюся грязь. Лучше всего слить всю воду из аквариума, тряпочкой протереть изнутри стенки, налить чистую воду и снова слить ее сифоном.

При небольшом загрязнении аквариума достаточно просто освежить воду, слив ее наполовину или на две трети. В таком случае рыб из аквариума можно и не высаживать.

Если на поверхности воды появится мутно-серая пленка, ее легко снять таким способом: осторожно наложить на поверхность воды чистый лист бумаги, а потом, держа его за два угла, так же осторожно снять.

Чтобы избежать образования пленки, аквариум всегда должен быть покрыт стеклом.

Температура воды в аквариуме поддерживается в зависимости от его населения. Местные рыбы и беспозвоночные наших пресных вод хорошо живут в аквариуме при температуре воды не выше 20°. Более высокая температура мешает животным нормально дышать, так как чем выше она поднимается, тем меньше в воде удерживается растворенного кислорода. Наоборот, понижение температуры до 15° и даже до 10° не вредит местным животным. Они лишь начинают меньше есть. Поэтому аквариум с местными рыбами и другими животными надо оберегать от перегрева и устанавливать его так, чтобы он не освещался солнцем.

Экзотические аквариумные рыбки весьма теплолюбивы. Для них необходима температура воды 23—25°. Аквариумы с ними поэтому подогревают электрической лампочкой с отражателем, подвешенной снаружи к стенке аквариума. При нагревании с одновременным подсвечиванием лучше чувствуют себя не только экзотические рыбки, но и водные растения.

Каких рыб можно завести в аквариуме

Все зависит главным образом от размеров аквариума и местных условий.

В аквариуме лучше всего содержать различных местных рыб, многие из которых хорошо приживаются в неволе. Наиболее подходят для этой цели караси, зеркальные карпы, уклейки, лини. При подборе местных рыб следует соблюдать указанные выше нормы населенности аквариума. Лучше подбирать некрупных рыб, например карпов-сеголеток (вывода текущего года), имеющих в длину не более 5—8 см. Молодые рыбы лучше приживаются, хотя обычно местные рыбы в аквариумных условиях сильно замедляют рост.

Кроме местных хорошо приживаются в неволе и различные виды аквариумных рыб. Из них как наименее требовательных к условиям жизни можно рекомендовать золотых рыбок и различные их породы: кометы, вуалехвосты, телескопы и др.

Большой интерес представляют различные живородящие рыбы: меченосцы, пецилии и гуппи. Эти небольшие рыбки хорошо приживаются и размножаются в аквариуме. Неудобство заключается, однако, в том, что их не следует держать в одном аквариуме с другими рыбами. Небольшие размеры живородящих рыбок позволяют содержать их в отдельных больших (3—5 л) стеклянных банках.

О том, как и чем кормить рыб в аквариуме, рассказывается в статье «Кормление животных зооуголка».

Террариумы

Террариумы для земноводных. Для лягушек, жаб и тритонов террариумы могут быть устроены различно.

Для более подвижных животных, например для лягушек, необходимы просторные террариумы. Размеры террариумов, конечно, определяются и количеством животных, которых желательно в них поместить. Для многих земноводных пригодны террариумы размером примерно 40×40×30 см. В таком террариуме содержится несколько лягушек или жаб.

Террариум имеет металлический остов из белой жести или оцинкованного железа. В трех стенках вставлены стекла (одна из них может быть остекленной дверцей), четвертая стена и крышка затягиваются металлической сеткой. Часто в покупных террариумах сетка вставлена только в плоскую крышу, что недостаточно обеспечивает его вентиляцию. Для террариума пригодны и крупные энтомологические садки. Наконец, для террариума можно приспособить также старый, не держащий воды и уже негодный для ремонта аквариум. В таком случае делают плотно надевающуюся на аквариум крышку в виде деревянной рамы с натянутой на нее металлической сеткой.

Рассмотрим оборудование важнейших типов террариумов для земноводных.

1. *Террариум для лягушек.* Различные виды лягушек (травяную, озерную и прудовую) можно содержать в одном террариуме. Половину площади дна террариума указанных выше размеров занимает «водоем».

Проще всего сделать противень квадратной или прямоугольной формы, высотой 5—6 см и поставить его в террариум. Остальную часть дна террариума выкладывают дерном или мхом, в специальных горшочках рассаживают некоторые растения. В таком террариуме содержат несколько лягушек из расчета (примерно) 10—12 лягушек на 1 м^2 площади.

2. *Террариум для жаб* может быть меньших размеров. В нем также устраивают небольшой «водоем» и убежище, куда животные могут прятаться от света. Для этого проще всего поставить в террариум опрокинутый цветочный горшок с отбитым боком.

3. Сложнее наладить длительное содержание в уголке живой природы *тритонов.* Содержать тритонов в общем террариуме, как это рекомендуется в некоторых пособиях, нельзя. В таком террариуме тритоны прячутся в укромные углы или заросли растений и малодоступны для наблюдений. Кроме того, при удобном случае тритоны уходят из подобного террариума. Для тритонов лучше всего устроить отдельный *акватеррариум,* использовав для этого небольшой аквариум размером примерно 30×20×20 см или, что еще лучше, прямоугольный стеклянный аквариум. На дно аквариума укладывают чистый песок слоем 1—2 см, наливают воды не более чем на 10 см. В воду кладут растения (элодею, роголистник и т. п.). В середине аквариума помещается камень, выдающийся из воды в виде площадки. К аквариуму делается крышка, состоящая из деревянной рамки, плотно пригнанной к краям аквариума и затянутой марлей или металлической сеткой.

Из двух видов тритонов (обыкновенного и гребенчатого), встречающихся в умеренной зоне Советского Союза, для содержания в уголке удобнее более крупный по размерам гребенчатый тритон. Большую часть времени он проводит в воде и лучше привыкает к неволе.

Тритонов необходимо приучить в основном находиться в воде, так как только в ней животные берут корм. Акватеррариум с тритонами следует ставить в более прохладное место, а не на солнце.

Террариумы для пресмыкающихся. Для ящериц пригодны такие же террариумы, как и для земноводных. Только для ящериц не устраивается водоем, а просто вкапывается в грунт, увлажненный только для растений, небольшая глиняная чашка с водой.

Для ужей террариум должен отличаться большими размерами: желательно, чтобы он имел высоту 50—60 см. Это дает возможность поместить в нем суковатые ветки деревьев.

Не все животные приспосабливаются к жизни в террариумах. Наиболее подходят для уголков живой природы различные виды лягушек, и особенно травяная лягушка, зеленая, прудовая лягушка и чесночница. В южных областях СССР интереснейшими оби-

тателями террариумов могут быть лягушки-древесницы, или квакши.

Лучше всех земноводных приживается в неволе серая жаба. Жабы — ночные животные, но в неволе легко переходят к дневному питанию, берут корм с пинцета и при правильном содержании живут очень долго, 6—7 лет. Хорошо держать в террариуме тритонов, из пресмыкающихся — прыткую и живородящую ящерицу, обыкновенного ужа, черепаху.

О том, чем и как кормить животных, обитающих в террариумах, рассказывается в статье «Кормление животных зооуголка».

Кормление животных зооуголка

Начнем с обитателей аквариума и террариума. Пресмыкающиеся и земноводные — холоднокровные животные. Скорость пищеварения и количество приемов пищи у них зависят от температуры окружающей среды. В природных условиях они поддерживают температуру тела, обогреваясь на солнце. В террариуме температура должна быть не ниже 23°. Обычно для его обогрева применяют электрические лампочки с отражателями. При такой температуре животные активны и регулярно принимают пищу. Кормить обитателей террариумов не так просто. Дело в том, что все земноводные и почти все пресмыкающиеся на воле охотятся за подвижной добычей. Посаженные в террариум, они первое время берут только подвижный корм и не скоро привыкают к кормлению с пинцета или палочки.

Для только что пойманных мелких *ящериц* — прытких, живородящих и веретениц — нужен живой корм: мухи, мелкие насекомые, комары, гусеницы, тараканы. Насекомых следует класть в кормушку. Ящерицы хорошо замечают движущийся корм; привыкнув к кормушке, они станут есть из нее и неподвижный корм: скобленое мясо, сваренное вкрутую рубленое яйцо, сладкие, мелко нарезанные плоды, ягоды.

Зимой, когда трудно достать живой корм, ящерицам дают скобленое мясо, смоченное одной-двумя каплями рыбьего жира. Можно приучить их брать корм с пинцета. Таким кормом может служить мотыль, а также так называемые «мучные черви» — личинки жука мучного хрущака.

Ужей кормят только живыми животными. В их террариуме должен быть небольшой водоемчик для лягушек или мелкой рыбы. Кормят ужей раз в одну-две недели.

Земноводные — лягушки, жерлянки, жабы, тритоны — очень требовательны к влаге. Песок и мох в их террариуме должны быть всегда влажными, а поилки и водоемы наполнены водой. Температура в террариуме не должна опускаться ниже 12°. При более низкой температуре животные становятся пассивными и перестают есть.

Кормом для большинства обитателей террариумов в природных условиях служат преимущественно насекомые и их личинки. В террариуме *лягушек* и *жаб* легче всего приучить есть дождевых червей, запас которых должен всегда быть в уголке живой природы. Лягушки скоро привыкают есть извивающихся червей, положенных перед ними. В зависимости от размера лягушки или жабы им дают перерезанного пополам или целого червя. Еще лучше приучить животное брать корм из рук. Для этого пинцетом зажимают червя и водят им перед носом животного. Заметив корм, оно пытается его схватить, не всегда, правда, удачно. Но уже через несколько дней лягушки обычно привыкают к такому способу кормления. Еще скорее приучаются брать с пинцета серые жабы. Жерлянки охотно принимают пищу в воде. Можно также кормить земноводных мотылем, если только есть, конечно, возможность доставать этот наиболее ценный корм. Земноводных, привыкших брать мотыля или дождевых червей, можно уже без труда кормить тонкими ломтиками мяса.

Если лягушки пойманы поздней осенью и посажены в террариум, то они обычно довольно долго отказываются от пищи. Это объясняется тем, что к осени у них накапливается много жира, благодаря чему они переносят в природе почти шестимесячную спячку. Но в теплом помещении лягушки рано или поздно начинают есть. Лягушки, пойманные после икрометания весной, наоборот, нуждаются в усиленном питании и поэтому скорее привыкают брать корм в террариуме. Как правило, весенние лягушки плохо выживают; гораздо более живучи пойманные осенью. Летом для лягушек ловят мелких насекомых, гусениц, червячков.

Тритонов кормят мучными червями. Едят они мало и редко. Весной их пускают для икрометания в аквариум, где обязательно должны быть растения с мягкими листьями — элодея, уруть, весенняя звезд-

чатка и др. Тритоны откладывают икру на листья, завертывая их края. В этот период они очень прожорливы, но схватывают только движущуюся пищу; пищу, упавшую на дно, не поднимают. Кормят тритонов в это время мотылем или сырым мясом.

Вода в рыбных аквариумах должна иметь комнатную температуру, но не ниже 10° и не выше 20°. *Карася, карпа, плотву, золотую рыбку* и ее разновидности: *вуалехвоста, комету, телескопа* — кормят раз в день. Зимой — мотылем, нарезанными и промытыми дождевыми червями, мелко нарезанными кусочками вареного мяса или печенки, хлебом. Летом им дают живой корм: дафний, циклопов, мелких моллюсков и нитчатые водоросли. Донные рыбы — *вьюны* и *бычки* — берут корм только со дна водоема. Они очень прожорливы и с жадностью бросаются на мотыля и улиток. Можно их приучить питаться кусочками сырого мяса. Золотые рыбки медлительны, и, если вместе с ними в аквариуме живут более проворные рыбы, они остаются без корма.

Хищные рыбы — *окуни, щуки* — не едят корм неподвижный и упавший на дно. Обычно их кормят так: узкие полоски сырого мяса, надетые на лучинку, то приближают, то удаляют от рыбы. Хорошо едят они мелкий живой корм: циклопов, дафний, плавающих личинок комара, рыбную мелочь (верховок, мелких карасиков). Окуней можно приучить питаться дождевыми червями.

В аквариуме с мелкими живородящими рыбками — *гуппи, пецилиями, моллиенезиями, меченосцами* — следует поддерживать температуру воды не ниже 23°. Аквариум обогревают электрическими лампочками с отражателями. Кормят этих рыбок через день мотылем, дафниями и циклопами. Избыток корма вредит рыбкам и излишне засоряет воду. Весной и летом эти рыбки едят охотнее и больше, чем осенью и зимой.

Хорошая пища для рыбок — энхитреусы, или горшечные черви. Это нитевидные червячки желтовато-белого цвета, длиной около 20 мм. Они часто встречаются в цветочных горшках. Их специально разводят в невысоких ящиках с влажной огородной землей. В борозды глубиной 2—3 см закладывают смесь из белого хлеба и вареного картофеля, размоченных в молоке. Температура земли должна быть не ниже +18°. Чтобы извлечь энхитреуса, землю из ящика кладут в миску и прогревают ее на плитке. Энхитреус уходит от теплого дна и скапливается на поверхности. Червей собирают, промывают и дают рыбам.

Птицы питаются семенами сорных трав и деревьев, насекомыми и их личинками. В неволе они с трудом привыкают к новым для них видам кормов. Поэтому нужно позаботиться об их излюбленной пище. Юннаты могут с осени запасти высушенные семена репейника, калины, рябины, боярышника, клена. Кормить птиц надо 2 раза в день: утром и к концу дня.

Зерноядные птицы — *щеглы, чижи, чечетки, снегири, клесты* — менее прихотливы, чем насекомоядные. Они охотно едят смесь из овса, проса, льняного, конопляного, репейного и канареечного семени. Конопляное семя нельзя давать в большом количестве: в нем есть некоторые вредные для птиц вещества и слишком много жира. За день птице можно дать не больше 2—3 чайных ложек зерна. Зимой к обычному зерновому корму надо добавить тертую морковь, капусту, клюкву, а также мучных червей, кусочки вареного мяса. В мелко накрошенный корм вливают 1—2 капли рыбьего жира, подсыпают немного дрожжей, костяной муки, соли. Некоторым птицам необходим специальный корм. Например, снегирям нужно давать ягоды рябины, черемухи, семена клена, ясеня, клестам — еловые и сосновые шишки, зимой им надо давать пророщенный овес или пшеницу и, кроме того, ветви лиственных и хвойных деревьев с почками.

Насекомоядные птицы — *синицы, скворцы* — не выносят и одного дня голодания. Зимой основной корм для этих птиц — куколки муравьев, так называемые муравьиные яйца. Куколки распаривают в духовке, отжимают избыток влаги и прибавляют к ним натертую и отжатую морковь, смешанную с натертыми сухарями. Кроме того, каждой птице нужно ежедневно давать от 4 до 10 личинок мучного хрущака. Летом птицам дают различных насекомых.

Галки, вороны, грачи, сороки, сойки — всеядные птицы. Они хорошо едят мясо, хлеб, кашу, мучных и земляных червей.

В живом уголке могут жить и хищные птицы: *сова, сыч, сокол, пустельга* и *кобчик*. Кормят их мясом, причем вес дневной порции мяса зависит от веса птицы. Так, например, сова весом в 500 г должна ежедневно получать 500 г мяса, сыч весом в 150 г получает от 100 до 150 г мяса, сокол весом от 200 до 400 г получает 250 г мяса. Кроме того, для избежания авитаминоза 2—3 раза в неделю хищным птицам дают живой корм: мышей или воробьев.

Часто в живом уголке разводят *голубей* и *кур*. Голубей кормят черным хлебом, овсом, просом, овсянкой, подсолнухами. Зимой добавляют мелко нарубленную морковь, пророщенный овес, ветки лиственных деревьев и обязательно мел, соль, костяную муку, немного дрожжей, несколько капель рыбьего жира. Куры помимо этого получают отруби, вареный картофель, горох. В куриные клетки надо класть мелкий песок, гравий и речные ракушки.

Основной корм *кроликов* и *морских свинок* — овес, ячмень, пшеница, горох. Наряду с сухими кормами им необходимы и сочные: нарезанные небольшими кусочками морковь, свекла, картофель, капуста. Можно давать черный и белый хлеб, сухой или размоченный в молоке. В нарезанные овощи добавляют щепотку соли, столько же мела, костяной муки и наливают несколько капель рыбьего жира. Зимой надо давать сено и веточный корм, летом — вволю траву, салат, листья одуванчика, подорожника, зеленые ветки. Кроликов кормят летом 4—5 раз, зимой — 3—4 раза в сутки. В день каждый из них должен получить 350 г корнеплодов, 80—100 г зерна, 50 г хлеба, 50 г молока. Крольчиху во время беременности и когда ее детеныши еще сосунки кормить надо чаще и обильнее, в особенности сочными кормами. Примерный суточный рацион морской свинки: корнеплодов — 100 г, зерновых кормов — 50 г, хлеба — 30 г, молока — 25 г. Корм дается 3 раза в день.

Основная пища *белок* — орехи (лесные, кедровые и грецкие), семена хвойных деревьев и подсолнечника. Юннаты могут с осени заготовить для них еловые и сосновые шишки, лесные орехи, сухие ягоды и грибы. Сухие грибы, перед тем как давать их зверькам, надо размочить. Рекомендуется давать белкам витаминную подкормку: морковь, яблоки, корки апельсинов и мандаринов. Полезно для них и молоко. Следует добавлять в корм и класть в отдельные чашечки мел и соль. В клетку обязательно нужно положить ветки лиственных или хвойных деревьев.

Белые крысы и *мыши* едят все: различные зерна, хлеб, овощи, масло или сало, колбасу, вареное мясо. Зимой им дают свежую мелко нарубленную морковь и немного молока. Кормят их 3 раза в день.

Дневной рацион *ежа*: белого хлеба — 25 г, молока — 100 г, мяса — 75 г. Мясо поливают несколькими каплями рыбьего жира, в молоко всыпают немного костяной муки.

Юным следопытам

Многие дикие животные ведут скрытый образ жизни. Большую часть суток они проводят в мало посещаемых людьми участках леса, прячутся в норах, залегают на лежку в густых зарослях, где их трудно обнаружить. Но и по следам животных немало узнаешь об их жизни. При известном навыке по следам можно судить, какие звери и птицы обитают в данной местности, сколько их, какой образ жизни они ведут, чем питаются, когда звери сменяют теплый зимний мех на летний, приносят вред или пользу.

Наиболее увлекательная часть работы натуралиста-зоолога — чтение следов: распознавать, какой зверь их оставил, как давно он прошел. Не менее увлекательно и так называемое *тропление* — разгадывание по следам поведения зверя и выслеживание его. Труд следопыта нелегкий, он требует большого внимания, сообразительности, терпения, настойчивости, хорошего знания дикой природы. Эти качества можно развить в себе, если с ранних лет интересоваться жизнью природы и стремиться приобрести навыки натуралиста.

Летом следы животных сохраняются значительно хуже, чем зимой. В лесу чаще всего попадаются на глаза старые зимние *поеди* белки, т. е. разбросанные под елками стержни и чешуйки шишек. Поеденные белками еловые шишки легко отличить от шишек, семена которых расклевывали большой пестрый дятел или клесты. Птицы сбивают с шишки лишь отдельные чешуйки; шишка после обработки ее птицами, особенно дятлом, имеет взъерошенный вид. Белка же, извлекая семена, оставляет голые стержни шишек, срезая чешую у самого основания.

Белка и другие лесные грызуны — мыши и полевки — часто оставляют следы зубов на грибных шляпках — мелкие, неровные, с острыми краями ямки. Если шляпку гриба объедал слизень, то эти ячейки бывают более размытыми и со следами слизи. Белка, кроме того, развешивает грибы на сучках деревьев, припасая их на зиму.

По лесным тропам на влажной земле можно встретить следы лосей, лисиц и волков. На влажных отмелях хорошо видны следы не только крупных зверей, но и мелких грызунов и птиц (чаек, куликов, уток, трясогузок). На мелком сухом песке в тихую, безветренную погоду, особенно ранним утром, прекрасно сохраняются следы ящериц, змей и насекомых. Но стоит подуть легкому ветерку, и все следы стираются.

Летом натуралисту приходится довольствоваться наблюдениями немногих следов, находкой звериных нор и птичьих гнезд. По ним нельзя составить представление о всех сторонах жизни животных. Зимой следов зверей больше и работа натуралиста интереснее. Если с вечера на старый наст ляжет тонкий слой

Следы на снегу:
1 — зайца; *2* — лисицы;
3 — куницы; *4* — белки;
5 — медведя.

чуть влажного снега, то утром по следам горностая, куницы или лисы можно проследить весь их ночной путь, легко установить, откуда они вышли, куда ушли, где и как искали добычу.

После многодневного перерыва в снегопаде следы разобрать труднее. Их слишком много, и давность их различна. Если снег рыхлый и глубокий, звери в нем проваливаются, отдельные отпечатки их лап сливаются в сплошные борозды, и лишь опытный следопыт правильно определит, какой прошел зверь. Во второй половине зимы на поверхности снега нередко образуется прочный наст, он также затрудняет наблюдения натуралиста, потому что многие животные на твердой поверхности снега вовсе не оставляют следов.

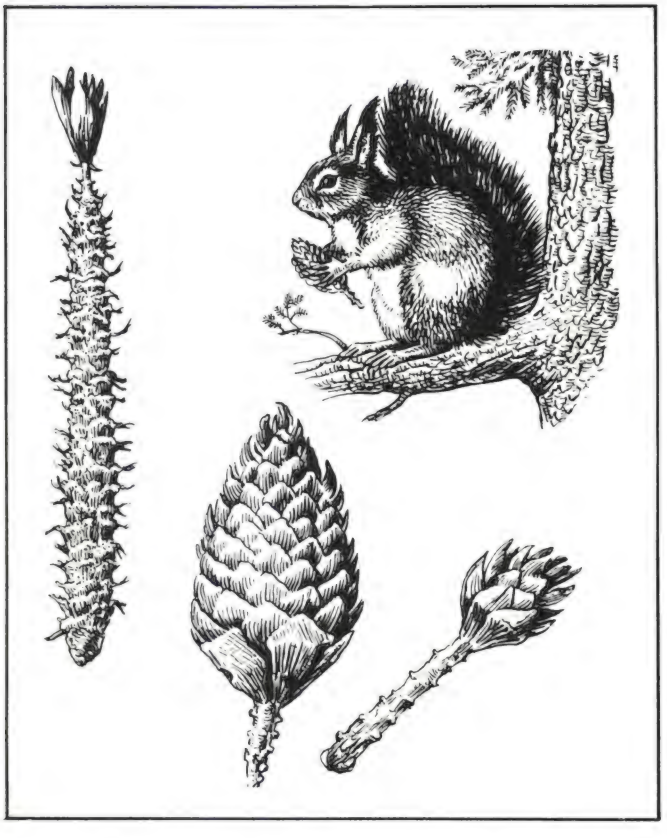
На рыхлом снегу не сразу можно разобраться и в направлении следов. Чтобы правильно установить направление, надо внимательно рассмотреть несколько отдельных следов. Нога зверя выбрасывает снег из ямки следа вперед, передняя стенка ямки при этом от нажима ноги сильнее уплотняется. О времени, когда прошел зверь (сегодня, вчера или несколько дней назад), судят по тому, насколько след заметен снегом, обледенел он или обтаял. При тропление и осмотре следов их нельзя затаптывать. Нередко может понадобиться сличить только что обнаруженный новый след с уже осмотренным или выяснить какие-нибудь детали, на которые первоначально не было обращено внимание.

Чтобы точно определить, какое животное оставило следы, необходимо установить размеры и форму следов передней и задней ног, число отпечатков пальцев, величину и форму мозолистых утолщений пальцев и подошвы, обратить внимание на отпечатки когтей (их число, длину и форму), хвоста (у грызунов), крыльев (у птиц). Надо учесть также, как широко расставлены отпечатки отдельных пальцев и каково взаимное расположение отпечатков ног. Опытный следопыт, зная размеры следа, манеру передвижения и другие индивидуальные повадки животного, может установить, принадлежат ли следы одному и тому же животному или разным особям. Полезно помнить, что многие звери и некоторые птицы значительную часть года, нередко почти все лето или зиму, живут в одной и той же местности, занимая из года в год один и тот же постоянный участок обитания.

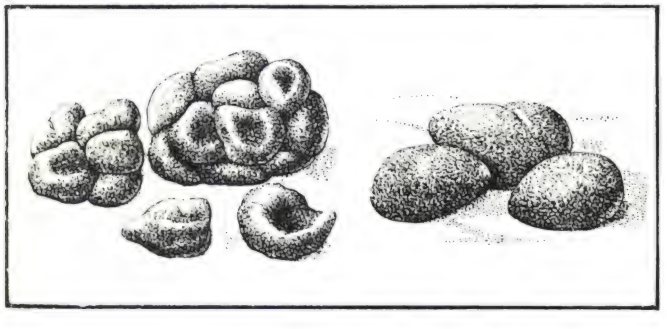
Зимой рябчик, тетерев и глухарь скрываются на ночь под снег. На месте их ночлега остаются лунки, отпечатки крыльев на снегу и помет. В снежных норах иногда ночуют зайцы и лисицы. Куницы прячутся в колодник или в дупла деревьев, проводят день в брошенном беличьем гнезде — гайне. Там, где отдыхали лоси, остается глубокая лежка.

Очень помогает натуралисту умение рисовать следы диких животных. Начинать лучше с зарисовки следов домашних животных. Затем можно перейти к следам часто встречающихся птиц — вороны, сороки, голубя — и уже потом зарисовать в лесу или в поле следы диких животных. Удобнее всего зарисовать следы простым черным карандашом на отдельных листках плотной бумаги, сохраняя их в специальной папке. Начиная рисовать, надо измерить масштабной линейкой или рулеткой длину и ширину следа, длину шага и расстояние между отпечатками правой и левой ноги. Размеры следует указывать на рисунке. Измеряя следы мелких животных, лучше пользоваться циркулем. Кроме подробной зарисовки следа животного — отпечатков пальцев, когтей, мозолистых утолщений — нужна отдельная, более общая зарисовка отпечатков всех четырех лап. На ри-

Чешуйки и стержни шишек под елками — это следы пребывания белки: здесь она питалась.



Внизу — помет лося: *слева* — летний, *справа* — зимний.



сунке укажите характер грунта (снег, влажная земля, сухой песок), дату, наименование местности, предположительное название животного. Если рисунок сделан правильно, название зверька или птицы легко уточнить у опытных зоологов и охотников или с помощью специальной книги.

Помет зверя, отрыгнутые птицей непереваренные остатки пищи, называемые погадкой, поеди — обгрызенные растения, поврежденные плоды, стружки со следами резцов бобра — собирают и хранят в коробочках или пакетиках из плотной бумаги. На упаковке следует указать местность, дату и предположительное название животного.

Можно сохранить и след зверя, если он оставлен на глинистой почве. Для этого нужно осторожно вырезать пласт глины, не повредив следа, положить его в коробочку и подсушить.

При троплении время от времени следует делать остановки, записывать наблюдения и отмечать пройденное расстояние, о чем можно судить по времени, затраченному на переход. Иногда в этих целях подсчитывают число сделанных шагов. Результаты тропления на снегу заносят на схематические планы с масштабом.

Навыки следопыта полезны не только при изучении животных, но и при наблюдении всей природы в целом. Помогают они также ориентироваться в малознакомой местности и отыскивать дорогу. Лучшее руководство для следопыта — книга А. Н. Формозова «Спутник следопыта» (М., Детгиз, 1959). Ее можно взять в библиотеке.

В последние десятилетия для изучения повадок животных стали применять различные технические приспособления, значительно облегчающие труд следопыта. С помощью шприца, заряженного усыпляющим лекарством и посылаемого из особого ружья, животных лишают способности двигаться, надевают им воротник с вмонтированным радиоаппаратом и затем выпускают на волю. Принимая в нескольких пунктах радиосигналы аппарата, точно локируют, т. е. определяют местонахождение, зверя и следят за его перемещением. Радиолокация дала возможность выяснить размеры и очертания участков обитания некоторых видов животных и одновременно изучить отдельные стороны их жизни, ранее почти неизвестные. Таким путем с успехом изучили перемещения под землей крота и грызунов-землероев, установили степень привязанности к одной и той же местности и другие повадки лисицы, рыси, медведей, различных видов диких копытных, в Африке — льва, гиены, буйвола, слона.

Чтобы облегчить наблюдения за перемещением животного ночью, к его шее подвешивают периодически зажигающийся электрофонарик, применяют также приборы ночного видения. Принимая с самолета инфракрасные лучи, излучаемые поверхностью тела крупного животного, можно найти его в густом лесу.

Справочный отдел

Происхождение и развитие растительного мира

По остаткам растений в геологической истории Земли можно различить несколько этапов, характеризующихся преобладанием тех или иных групп растений. Обычно выделяют четыре этапа: время водорослей, время папоротникообразных, время голосеменных и время покрытосеменных растений. В верхней части таблицы названы основные типы растительного мира, представленные в современную геологическую эпоху: бактерии, водоросли, грибы, лишайники, мхи, папоротникообразные (плауны, хвощи, папоротники), голосеменные и покрытосеменные. Ниже показана последовательность появления отдельных групп растительного мира и связь их друг с другом.

1. *Время водорослей.* В наиболее древних земных слоях отсутствуют организмы, кроме синезеленых водорослей и бактерий. Выше появляются другие, сначала простые, а затем более сложного строения водоросли различных типов (красные, бурые, зеленые). Для верхних слоев характерны остатки уже высокоорганизованных водорослей.

В нижней части таблицы обозначены первичные организмы, от которых ведут происхождение растения. От них произошли бактерии, синезеленые водоросли и жгутиковые. От жгутиковых берут начало различные водоросли, в частности бурые, типа ламинарии, фукусов и др., достигшие еще в палеозое сложного строения и расчленения.

2. *Время папоротникообразных.* Для более молодых слоев Земли характерны остатки не только водных, но и наземных, сухопутных растений. В нижних слоях встречаются остатки только травянистых растений — хвощей, плаунов и папоротников. Особенно характерны остатки псилофитов — древнейших из известных нам небольших сухопутных растений, целиком вымерших уже в каменноугольном периоде. Их тело не расчленялось на стебель и листья, но у некоторых уже имелись чешуевидные листочки в виде выростов. Псилофиты и древние вымершие плауновые, хвощевые и папоротникообразные изображены в средней части таблицы.

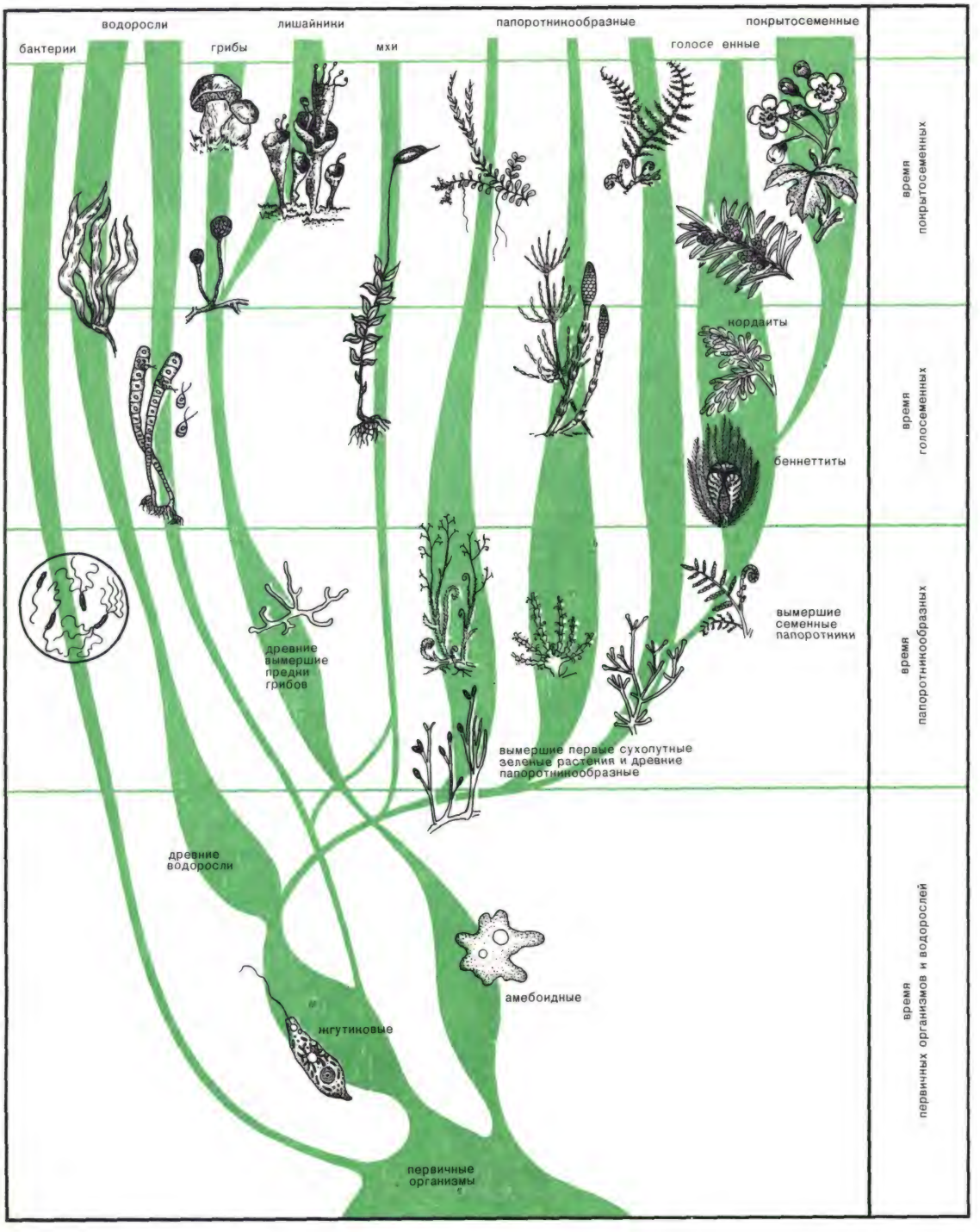
Начало наземным сухопутным растениям дали низшие водные организмы. Считают, что они произошли от бурых водорослей. Возможно, что мхи берут начало от зеленых водорослей.

Из этого же времени известны первые остатки грибов. Остатки грибницы находят в корневищах простейших псилофитов, с которыми гриб образовал таким образом микоризу. Грибы обычно выводят из жгутиковых или амебоидных организмов. На таблице обозначены древние вымершие предки грибов, от которых ведут начало современные грибы.

Из псилофитов развились более современные папоротникообразные. Многие из них были деревьями, входившими в состав лесов, произраставших по окраинам водоемов. Отмирая, древовидные папоротникообразные падали на дно водоемов, и там их остатки постепенно превращались в торф, а затем и в каменный уголь.

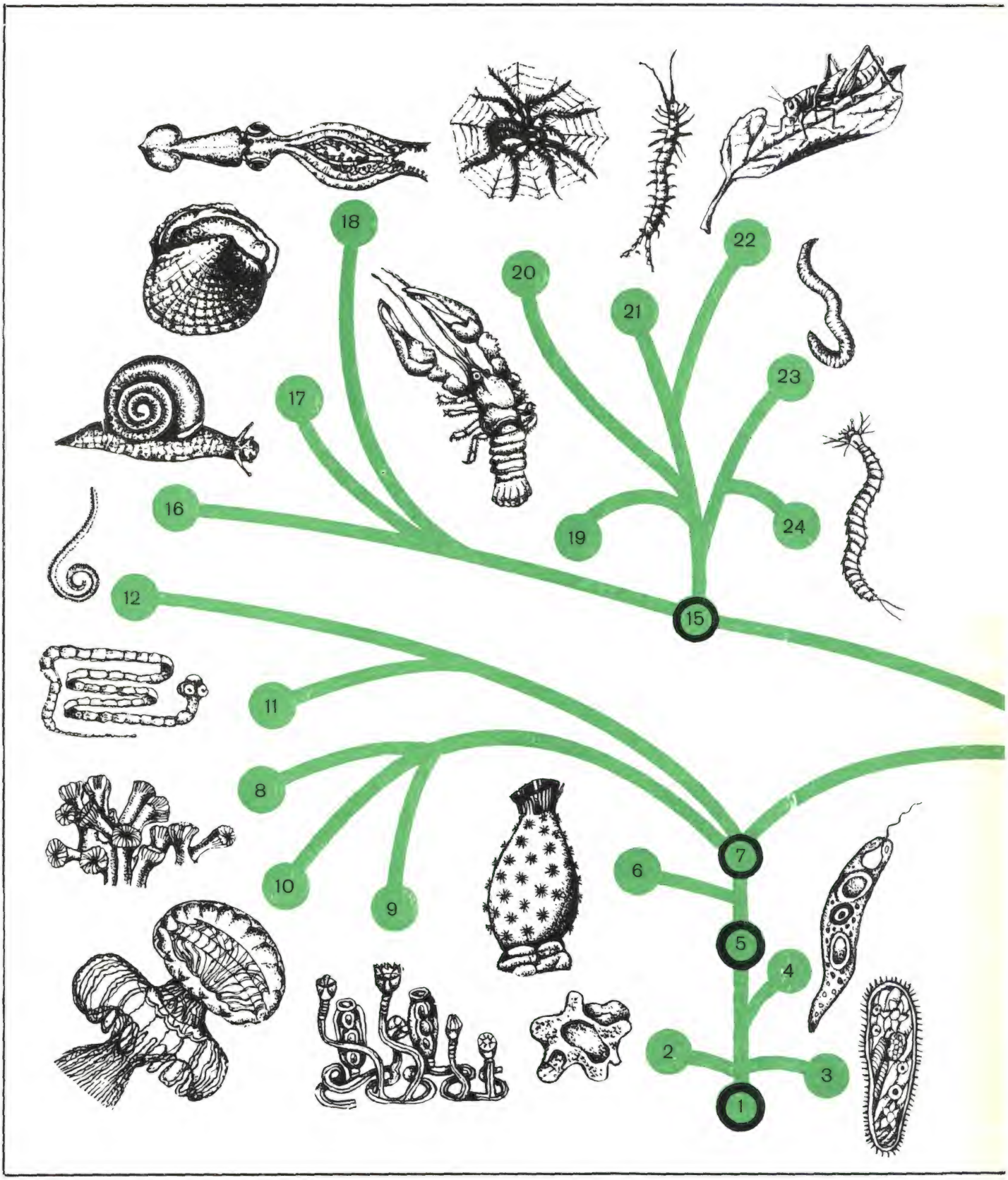
От псилофитов взяли начало и современные плауны, хвощи, папоротники. Это по преимуществу травянистые растения, обитатели влажных мест — болот, водоемов, сырых лесов.

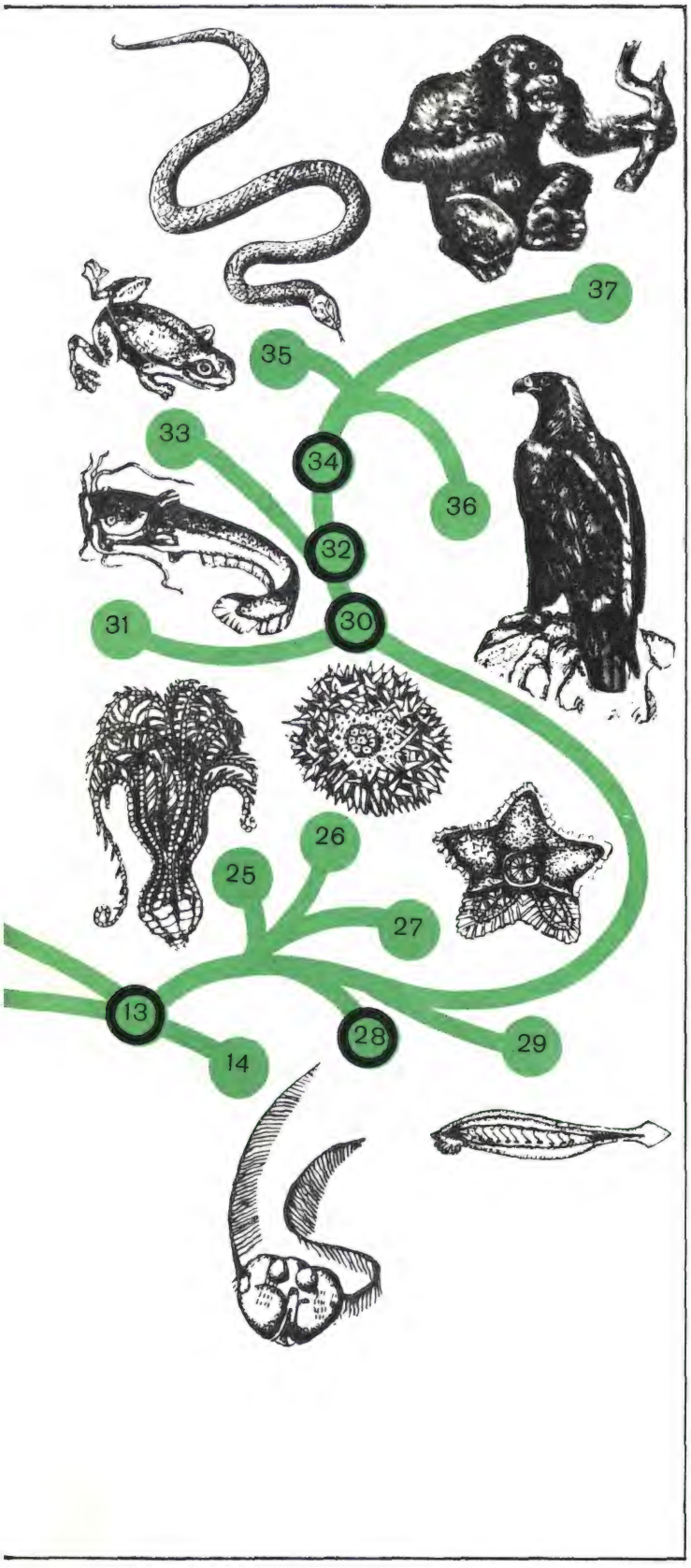
3. *Время голосеменных растений.* Образование семени — сложного органа, в котором заключен зародыш нового растения, позволило растениям широко завоевать сушу. В ранних слоях, относящихся к этому времени, встречались более простые, теперь вымершие голосеменные, как, например, изображенные на таблице кордаиты, беннеттиты. Здесь встречались в большом числе также



саговниковые, в наше время произрастающие только в тропических областях. Для более поздних (более молодых) слоев характерны остатки хвойных растений, близких к современным формам голосеменных. Голосеменные берут начало от семенных папоротников, изображенных на таблице на грани времени голосеменных и папоротникообразных.

4. ***Время покрытосеменных (цветковых) растений.*** В меловом периоде мезозойской эры появляются и быстро развиваются покрытосеменные. или цветковые. растения. Покрытосеменные развились из голосеменных (семенных папоротников или близких к ним растений). В настоящее время они господствуют на Земле. Покрытосеменные представлены деревьями, кустарниками, травами, которые образуют растительный покров Земли (леса, луга, болота, степи и т. д.).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24



Происхождение и развитие животного мира

На этой таблице показано, как происходило развитие мира животных и каковы родственные отношения между различными группами современных животных.

Таблицу следует рассматривать снизу. Весь животный мир развился от общих предков — древних примитивных одноклеточных (*1*). От них произошли как различные одноклеточные (*2*, *3*, *4*), так и все многоклеточные животные. По мере развития животного мира появлялись все более высокоорганизованные животные.

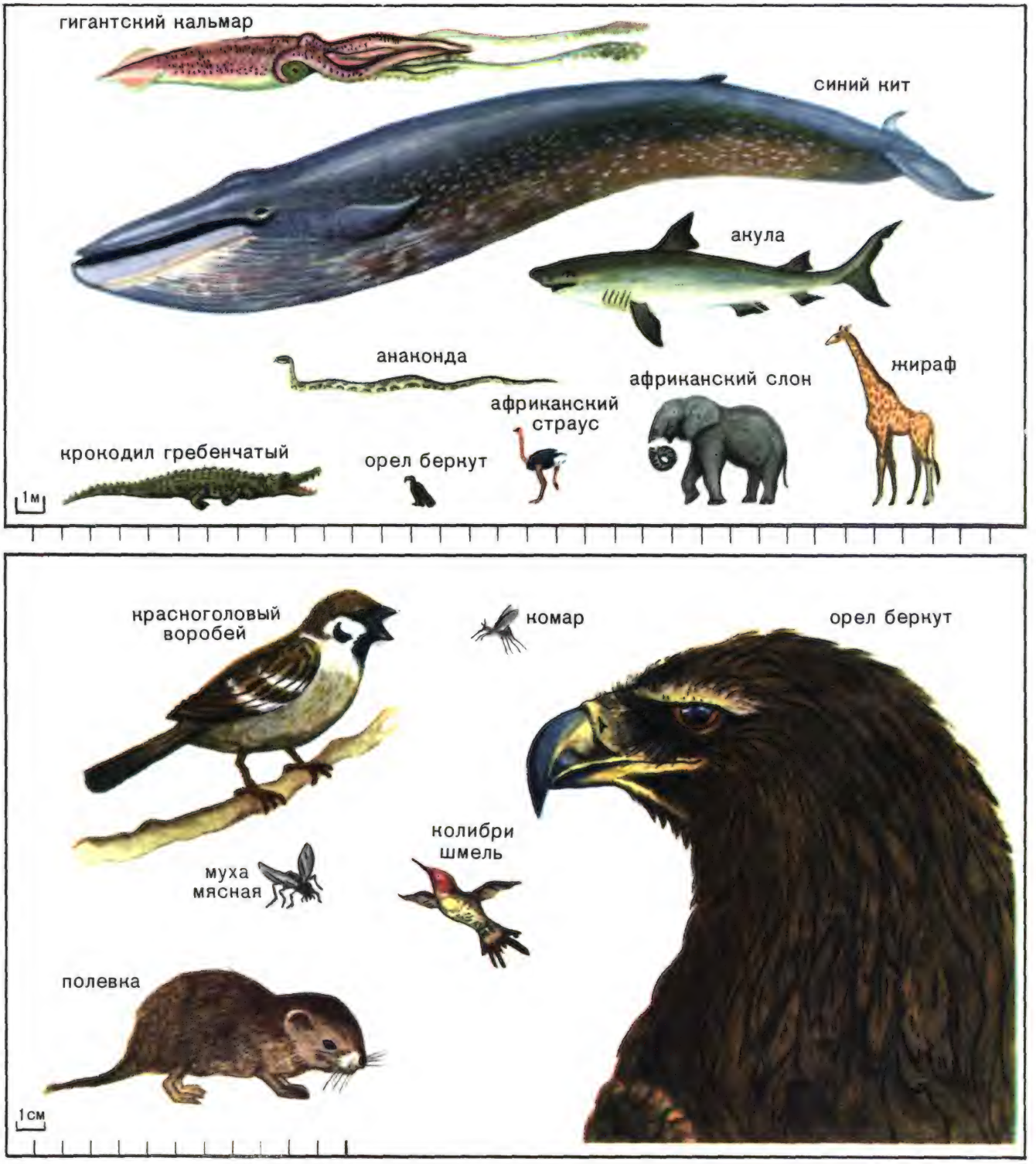
Обратите внимание на то, что развитие животного мира шло не по прямой линии. Схематическое изображение этого процесса напоминает развесистое дерево. Недаром такие схемы часто называют эволюционным древом.

Особенно интересно расхождение двух ветвей развития от примитивных двухслойных (*13*). При этом одна ветвь привела к развитию высших беспозвоночных: моллюсков, ракообразных, насекомых, а другая — к развитию позвоночных. Таким образом, эти две группы высших животных развивались независимо одна от другой. Схема показывает пути развития животного мира на протяжении более одного миллиарда лет. Цифрами на таблице указаны различные группы животных, как ныне существующих, так и некоторых вымерших, причем вымершие формы обозначены зелеными кружками с черным контуром, а существующие в современной фауне — зелеными:

1 — первичные одноклеточные;
2 — амебы;
3 — инфузории;
4 — жгутиковые;
5 — первичные колониальные жгутиконосцы;
6 — губки;
7 — низшие двухслойные многоклеточные;
8, *9*, *10* — кишечнополостные: коралловые полипы, гидроиды, медузы;
11 — плоские черви;
12 — круглые черви;
13 — древние гребневики;
14 — гребневики;
15 — примитивные кольчецы;
16, *17*, *18* — моллюски: брюхоногие (улитка, двустворчатая ракушка), головоногие (кальмар);
19 — ракообразные;
20 — паукообразные;
21 — многоножки;
22 — насекомые;
23 — дождевой червь;
24 — морские кольчецы;
25, *26*, *27* — морские лилии; иглокожие; звезды;
28 — низшие хордовые;
29 — ланцетник (бесчерепные);
30 — древние рыбы;
31 — современные рыбы;
32 — кистеперые рыбы;
33 — земноводные;
34 — древние пресмыкающиеся;
35 — пресмыкающиеся;
36 — птицы;
37 — млекопитающие.

Сравнительные размеры животных

На таблице животные, и крупные и мелкие, сравниваются для наглядности с орлом беркутом.



Что читать

Наука о жизни

Астахова В. Г. Третий день творения. М., Политиздат, 1969. 120 с.

С незапамятных времен люди пытались разгадать загадку зарождения жизни на Земле. Автор знакомит с древними легендами и гипотезами ученых прошлого, а затем с современными научными теориями происхождения жизни.

Опарин А. И. Происхождение жизни на Земле. Изд. 2. М., «Медицина», 1966. 60 с. с илл. (Науч.-попул. мед. лит-ра).

Дарвин Ч. Путешествие натуралиста вокруг света на корабле «Бигль». М., Географиз, 1955, 576 с. с илл.

Андреева Е. В. Химия жизни. Л., «Детская литература», 1967. 191 с. с илл.

О химических процессах, происходящих в клетке, и о роли отдельных элементов, ферментов и витаминов в жизнедеятельности организма.

Шварц А. Л. Шифр жизни. М., Детгиз, 1963. 205 с. с илл.

Рассказ о достижениях современной биологии, о структуре и функциях клетки, о биохимических основах наследственности и о вирусах.

Студитский А. Н. Капельки жизни. М., «Молодая гвардия», 1960. 319 с. с илл.

«Капельки жизни» — это клетки, из которых состоит живая природа. В книге собрано много сведений о росте, развитии, строении клетки, а также о ее «поведении» при различных заболеваниях.

Лысогоров Н. В. и *Тонгур В. С.* Полимеры — клетка — жизнь! М., «Молодая гвардия», 1961. 190 с. с илл.

В основном вся живая природа «построена» из биологических полимеров. Что собой представляют эти большие молекулы и какую роль они играют в жизни организма, вы узнаете из этой книги.

Григорьев Г. М. и *Мархасев Л. С.* Путешествие в страну МОБ. Л., «Детская литература», 1967. 207 с. с илл.

Молекулярная биология — очень молодая наука. Проникновение в ее тайны обещает подлинную революцию в медицине, сельском хозяйстве, многих отраслях промышленности. Авторы рассказывают о замечательных открытиях МОБ и размышляют о будущем этой науки.

Белозерский А. Н. Молекулярная биология — новая ступень познания природы. М., «Советская Россия», 1970. 190 с. с илл.

О современном состоянии вопроса структуры, биосинтеза и биологической роли белков и нуклеиновых кислот и о перспективах развития молекулярной биологии.

Дубинин Н. П. и *Губарев В. С.* Нить жизни. Очерки о генетике. Изд. 2, перераб. и доп. М., Атомиздат, 1968. 168 с. с илл.

По мнению авторов, генетика составляет «сердцевину» современной биологии. Она помогает ответить на вопросы о том, как скажутся в XXI в. последствия атомных взрывов на потомках современных жителей Хиросимы и Нагасаки, смогут ли космонавты в полетах к дальним мирам управлять жизнью растений в кабинах кораблей, почему девочки и мальчики рождаются примерно в одинаковом количестве и др.

Лучник Н. В. Почему я похож на папу. Изд. 2, доп. М., «Молодая гвардия», 1969. 336 с. с илл. (Эврика).

Сойфер В. Н. Арифметика наследственности. М., «Детская литература», 1970. 270 с. с илл.; 4 л. илл.

Обе книги посвящены генетике. Вы узнаете об истории этой науки, о замечательных открытиях Менделя, Моргана, Кольцова и других ученых, познакомитесь с достижениями современной генетики.

Чижевский А. Л. и *Шишина Ю. Г.* В ритме Солнца. [М., «Наука», 1969]. 112 с. с илл.

Книга посвящена истории становления молодой науки — гелиобиологии, изучающей связь жизненных процессов на Земле с изменениями, происходящими на Солнце.

Коржуев П. А. Эволюция, гравитация, невесомость. М., «Наука», 1971. 150 с. с илл.

В процессе эволюции скелеты позвоночных животных претерпевали изменения именно под действием гравитации. Как реагирует животный организм на постоянное поле земного тяготения? Автор считает, что невесомость — явление не только космическое, но и земное.

Жерарден Л. Бионика. Пер. с франц. под ред. и с предисл. В. И. Гусельникова. М., «Мир», 1971. 231 с. с илл. (В мире науки и техники).

Французский ученый знакомит с основами этой молодой науки, рассказывает о том, что такое информация, как ее измеряют и кодируют, излагает теорию сложных систем и моделирования, понятия обучения, самообучения и самоорганизации, объясняет разницу между кибернетикой и бионикой.

Иосифов К. В. Чудо-компасы. Рис. Е. Мигунова. М., «Детская литература», 1969. 223 с. с илл.

Насколько изучена способность животных ориентироваться в пространстве? Какое практическое значение это имеет для человека? Вам станет понятно, почему этой способностью животных интересуются не только биологи, но и инженеры.

Самвелян К. В. «Патенты» насекомых. М., 1966. 23 с. (О-во «Знание РСФСР». Лектору о бионике).

Автор брошюры — инженер. Он исследует мир насекомых с позиций новой науки — бионики.

Константиновский М. А. Коапп! Коапп! Коапп! или репортаж о событиях невероятных с точки зрения так называемого здравого смысла... (Вып. 1—2). (М., «Искусство», 1970—1971).

В этих двух выпусках напечатаны протоколы десяти заседаний Комитета охраны авторских прав природы. Вы прочитаете о новейших достижениях бионики, этологии, экспериментальной биологии и увидите замечательные графические изображения своих «радиознакомых»: кашалота, мартышки, гепарда, совы, птицы-секретаря и др.

Эмме А. М. Часы живой природы. М., «Советская Россия», 1962. 151 с. с илл.

Научное объяснение периодических явлений в жизни растений и животных.

Гарднер М. Этот правый, левый мир. Пер. с англ. М., «Мир», 1967. 266 с. с илл. (В мире науки).

Автор рассматривает проблему симметрии и асимметрии в биологии, а также в математике, астрономии, искусстве, философии.

Растения

Тимирязев К. А. Жизнь растения. Десять общедоступных лекций. М., Изд-во АН СССР, 1962. 290 с. с илл.

Генкель П. А. Физиология растений. Учебное пособие по факультативному курсу. Для 9-го класса. М., «Просвещение», 1970. 175 с. с илл.; 8 л. илл.

Ивин М. Е. У порога великой тайны. [Изд. 2]. М.—Л., «Детская литература», 1971. 223 с. с илл.

Рассказ об ученых всех времен и народов, стремившихся выпытать у природы тайну зеленого листа.

Ивченко С. И. Занимательно о ботанике. М., «Молодая гвардия», 1969. 239 с. с илл. (Эврика).

Книга состоит из двух частей: «Дары природы» и «Плоды труда». В первой части рассказано о диких растениях и пользе, которую они приносят человеку. Вторая — посвящена культурным растениям.

Петров В. В. Рассказы о лесных растениях. М., Изд. Моск. ун-та, 1970. 128 с. с илл.

Ивченко С. И. Загадки цинхоны. Рассказы о деревьях. [Изд. 2, доп.]. М., «Молодая гвардия», 1968. 254 с. с илл.; 1 л. илл. (Эврика).

Верзилин Н. М. По следам Робинзона.— Сады и парки мира. Л., «Детская литература», 1964. 575 с. с илл.

Оказавшись в положении Робинзона, человек может найти в лесу все необходимое для жизни, если он хорошо знает ботанику. Вот названия некоторых глав книги «По следам Робинзона»: «Лесные каши и масло», «Овощи леса и поля», «Растительное мясо», «Лесные напитки», «Пряности и приправы к лесному обеду», «Гигиена и парфюмерия в лесу» и т. д. Прочитав «Сады и парки мира», вы познакомитесь с историей создания и современным состоянием наиболее известных садов и парков разных стран.

Гром И. И. Растения-витаминоносители. [М., «Медицина», 1970]. 72 с. с илл. (Науч.-попул. мед. лит-ра).

Что такое витамины? Как они распространены в природе? В каких растениях содержатся? Как изменяется содержание их в растениях в зависимости от погоды, времени года, климата, периода собирания?

Александров Б. А. Копилка витаминов. Изд. 2, испр. М., «Просвещение», 1966. 118 с. с илл.; 2 л. илл. (Б-ка школьника).

Короткие рассказы о растениях, богатых витамином С, о самой горькой траве, о значении ольхи в народной медицине, о листьях крапивы, содержащих поливитамины, и еще о многом другом.

Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Л., Лениздат, 1967. 287 с. с илл.; 6 л. илл.

Под действием фитонцидов погибают вредные микроорганизмы, умелое применение их резко поднимает урожай, они помогают вылечивать болезни человека и животных, сохраняют свежими мясо, рыбу, плоды и овощи.

Вавилов Н. И. Пять континентов. М., Географгиз, 1962. 255 с. с портр. и карт.; 24 л. илл.

Академик Н. И. Вавилов — всемирно известный советский ученый, выдающийся ботаник, генетик и растениевод. Он описывает свои путешествия с целью изучения флоры частей света.

Карташев Б. И. и *Карташева К. С.* След на песках времени. Путешествия Н. М. Альбова. Предисл. Н. А. Гвоздецкого. М., «Мысль», 1969. 61 с. с илл., портр., карт. (Замечательные путешественники и географы).

Н. Альбов — ученый конца прошлого века, замечательный знаток природы Кавказа, исследователь стран Южной Америки. Собранные им растения украшают ботанические коллекции многих музеев мира.

Менninджер Э. Причудливые деревья. Пер. с англ. М., «Мир», 1970. 360 с. с илл.

Повесть о деревьях, их многообразии, удивительных приспособлениях, которые выработались у них в борьбе за существование.

Казьмин В. Д. Морская чудесница. М., «Знание», 1968. 45 с. с илл. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Биология». 11).

Применение водорослей во многих отраслях народного хозяйства все возрастает. Автор рассказывает об истории изучения морской растительности, об использовании «подводных садов» и о том, какое применение водорослям найдет человек через несколько десятилетий.

Галахов Н. Н. Изучайте грибы. Биология и краткий определитель шляпочных грибов. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1968. 220 с. с илл.

Хохряков М. К. Вредные и полезные грибы. Изд. 2. Л., «Колос», 1969. 109 с. с илл.

Андрест Б. В. Грибное лукошко. М., «Лесная промышленность», 1972. 191 с. с илл.

Всё о грибах.

Верзилин Н. М. Путешествие с домашними растениями. Л., «Детская литература», 1970. 367 с. с илл. (Школьная б-ка).

Автор книги, ученый-ботаник, рассказывает о растениях, украшающих наши комнаты. Вы не только узнаете о родине этих растений и получите практические советы по уходу за ними, но и прочитаете много интересного по географии и истории культуры.

Мир невидимых существ

Васильков И. А. Следопыты в стране анималькулей. Рис. В. Доброклонского. М., Детгиз, 1959. 269 с. с илл.

Анималькули — маленькие животные. Так ученые XVII в. называли микробов. Вы познакомитесь с историей открытия и изучения этих мельчайших организмов.

Крайф П. де. Охотники за микробами.— Борьба за жизнь. [Пер. с англ.]. М., «Молодая гвардия», 1957. 485 с. с илл.

В книге американского ученого-бактериолога собраны художественные очерки о жизни и великих научных открытиях микробиологов разных стран и различных эпох.

Занимательная микробиология. М., «Знание», 1967. 192 с. с илл.

Известные ученые рассказывают о микробах, бактериях, вирусах, об увлекательных сторонах работы микробиолога. Даны советы, как устроить домашнюю лабораторию.

Андреева Е. В. и *Метальников М. Д.* Невидимые друзья и враги. Л., «Детская литература», 1965. 191 с. с илл.

О свойствах различных микробов и о великих открытиях ученых, помогающих поставить микробиологию на службу человечеству.

Товарницкий В. И. На границе жизни. Повесть о вирусах. М., «Советская Россия», 1961. 195 с. с илл.

Лысогоров Н. В. Когда отступает фантастика. Изд. 2, доп. М., «Молодая гвардия», 1968. 256 с. с илл. (Эврика).

Что дает исследование вирусов и микробов для познания основных проблем современной биологии?

Рыбаков Н. И. Микробы и космос. М., «Знание», 1962. 31 с. с илл. (Новое в жизни, науке, технике. Серия 8. Биология и медицина. 14).

О микробах — путешественниках на космических кораблях.

Животные

Жизнь животных. В 6-ти т. Т. 1—6. М., «Просвещение», 1968—1971.

Эта книга — энциклопедия зоологии. Т. 1—3 посвящены беспозвоночным животным, т. 4, ч. 1 — рыбам, т. 4, ч. 2 — земноводным и пресмыкающимся, т. 5 — птицам, т. 6 — млекопитающим.

Цингер Я. А. Занимательная зоология. Очерки и рассказы о животных. Пособие для учащихся средн. школы. Изд. 3, испр. и доп. М., Учпедгиз, 1963. 184 с. с илл.

Мантейфель П. А. Рассказы натуралиста. Для учащихся средн. школы. Изд. 5. М., Учпедгиз. 1961. 175 с. с илл.

В небольших рассказах научный руководитель Московского зоопарка делится своими богатейшими наблюдениями над различными животными, раскрывает их характеры и повадки.

Фарб П. Популярная экология. Пер. с англ. под ред. и с предисл. Н. П. Наумова. М., «Мир», 1971. 187 с. с илл.

Лоренц К. З. Кольцо царя Соломона. Пер. с англ., послесл., примеч. Е. Панова. М., «Знание», 1970. 218 с. с илл.

Книга о поведении животных. К. Лоренц — выдающийся зоолог, признанный во всем мире «отцом этологии».

Панов Е. Н. Общение в мире животных. (Эволюционные и популяционные аспекты поведения животных. Вып. 1). М., «Знание», 1970. 47 с. с илл. (Новое в жизни, науке и технике. Серия: Биология. 1970. 8).

Автор рассказывает об основных этапах развития науки о поведении животных, объясняет, почему кукушка подбрасывает свои яйца в гнезда других птиц, сообщает, что мыши — животные общественные, знакомит со стадной жизнью кенгуру, макак резусов, горилл.

Панов Е. Н. Сигнализация и язык животных. (Эволюционные и популяционные аспекты поведения животных. Вып. 2). М., «Знание», 1970. 32 с. с илл. (Новое в жизни, науке и технике. Серия: Биология. 1970. 9).

Шовен Р. От пчелы до гориллы. Пер. с франц. под ред. и с предисл. И. А. Халифмана. М., «Мир», 1965. 296 с. с илл.; 16 л. илл.

Как общаются между собой и понимают друг друга пчелы, рыбы, птицы, различные виды млекопитающих.

Хаксли Д. и *Кох Л.* Язык животных. Под ред. и с предисл. В. Д. Ильичева. Пер. с англ. М., «Мир», 1968. 46, 36 с. с илл. Приложена 1 пластинка.

Средства общения животных очень разнообразны: звуки, жесты, запах. Книга иллюстрирована фотоснимками животных в момент «разговора».

Жданов Д. А. У истоков мышления. М., Политиздат, 1969. 144 с. с илл. (Философская б-чка для юношества).

Мыслят ли животные? Разгадка этого вопроса поможет выяснить происхождение сознания у человека. В книге приведены интересные факты поведения обезьян и других животных.

Баскин Л. М. Законы стада. М., «Знание», 1971. 47 с. с илл. (Новое в жизни, науке и технике. Серия 6. Биология).

Как возникают скопления животных? Какова роль вожака в стаде? Как в стаде воспитываются детеныши-сироты? Чем достигается исключительная организованность стада? Почему именно стадность позволяет животным изменять условия существования?

Тинберген Н. Осы, птицы, люди. Пер. с англ. под ред. и с послесл. канд. биол. наук Е. Панова. М., «Мир», 1970. 335 с. с илл. (В мире науки и техники).

Выдающийся голландский ученый 40 лет наблюдал за поведением животных. Он объясняет, зачем бабочке ее яркий наряд, почему оса безошибочно находит свое гнездо, как живет и «управляется» колония чаек и множество других интересных «загадок».

Зверев М. Д. Неразгаданные тайны. М., «Просвещение», 1968. 103 с. с илл. (Б-ка школьника).

Каким образом домовая мышь, унесенная в лес, находит дорогу обратно к дому? Что помогает голубям чувствовать приближение землетрясения? Почему муравей несет свою добычу в муравейник только кратчайшим путем? Отчего взгляд змеи гипнотизирует животное и даже человека?

Заянчковский И. Ф. Враги наших врагов. Изд. 2, доп. М., «Молодая гвардия», 1969. 334 с. с илл.; 1 л. илл. (Эврика).

Эта книга была отмечена первой премией на Всесоюзном конкурсе. В ней рассказано о различных диких животных, приносящих пользу человеку. Хорек поедает грызунов, уничтожающих посевы, барсук — ядовитых змей и личинки вредных насекомых, еж — улиток. А какую пользу приносят стрекоза, паук, сова?

Животный мир СССР

Бобринский Н. А. Животный мир и природа СССР. Изд. 3., доп. М., «Наука», 1967. 405 с. с илл.; 18 л. илл. и карт. (АН СССР. Науч.-попул. серия).

Банников А. Г. По заповедникам Советского Союза. М., «Мысль», 1966. 224 с. с илл.; 21 л. илл. и карт.

Строков В. В. и *Дмитриев Ю. Д.* Леса и их обитатели. М., «Лесная промышленность», 1966. 325 с. с илл.; 8 л. илл.

Авторы призывают охранять животных, населяющих необъятные леса нашей Родины, рассказывают о нравах и повадках животных.

Дементьев Г. П., Рустамов А. К., Успенский С. М. В стуже и в зное. (Животное и ландшафт). М., «Мысль», 1967. 134 с. 16 л. илл. (Рассказы о природе).

О фауне отдельных природных областей Советского Союза.

Спангенберг Е. П. Птицы, зайцы, лисицы и прочие. Рассказы натуралиста. Худож. Ю. Соостер. М., Детгиз, 1962. 191 с. с илл.

Потапов Р. Л. Неведомый Памир. М., «Мысль», 1970. 192 с.; 12 л. илл. (Рассказы о природе).

Каков животный мир на высоте 4 тыс. м над уровнем моря? Как животные сумели приспособиться к исключительно суровым условиям высокогорья?

Животный мир земного шара

Талызин Ф. Ф. Секреты природы. М., «Мысль», 1969. 191 с. с илл.; 8 л. илл. (Рассказы о природе).

Ф. Ф. Талызин, известный советский ученый, написал небольшие рассказы о животных многих стран, в которых ему довелось побывать. Вы узнаете про богомола и сколопендру, летягу, масляную птицу, хамелео-

на, маленькую лисицу феннек, о многих змеях и других представителях животного мира, своеобразно приспособившихся к окружающей среде.

Сосновский И. П. Среди зверей и птиц. М., «Московский рабочий», 1964. 135 с. с илл.

Фотоснимки и маленькие очерки об обитателях Московского зоопарка: леопарде, слоне, кенгуру, муравьеде, зубре, тапире, орангутане и др.

Даррелл Д. Зоопарк в моем багаже.— [Поместье — зверинец]. Пер. с англ. М., «Мысль», 1968. 277 с. с илл. (Рассказы о природе).

Даррелл Д. Три билета до Эдвенчер. Пер. с англ. Рис. Р. Томпсона. М., «Мысль», 1969. 175 с. с илл. (Рассказы о природе).

Имя автора этих повестей широко известно во всем мире. Даррелл стремится собрать в своем зоопарке как можно больше животных исчезающих видов. Для этого он предпринимает путешествия в Западную Африку, Британскую Гвиану, Южную Америку. Его деятельность — это борьба за спасение животных от истребления.

Пфеффер П. Бивуаки на Борнео. Сокр. пер. с франц. Послесл. и примеч. А. Г. Банникова. М., «Мысль», 1964. 189 с. с илл.; 4 карт.; 10 л. илл. (Географическая серия «Путешествия и приключения»).

Вы узнаете о природе острова Калимантан: райских змеях, летающих лягушках, носатых обезьянах и других диковинных животных, а также познакомитесь с обрядами и преданиями даяков — коренных жителей острова.

Гржимек Б. и *Гржимек М.* Серенгети не должен умереть. Пер. с нем. М., «Мысль», 1968. 241 с. с илл.; 15 л. илл., портр. (Рассказы о природе).

Серенгети — национальный парк Африки, в котором страусы, слоны, антилопы, жирафы, носороги и львы живут на свободе, не боясь человека.

Наумов Д. В., Яблоков А. В. 20000 километров по Индии. Фото авторов. М., «Наука», 1968. 280 с. с илл.; 2 л. илл. (АН СССР. Путешествия по странам Востока).

Советские зоологи, авторы книги, провели три месяца в крупнейших заповедниках в Гималаях и на побережье океана. Они знакомят читателей с растительным и животным миром Индии.

Гржимек Б. Они принадлежат всем. (Борьба за животный мир Африки). Пер. с нем. М., «Мысль», 1965. 121 с.; 24 л. илл. (Рассказы о природе).

Гржимек Б. Австралийские этюды. О животных и людях Пятого континента. Пер. с нем. М., «Мысль», 1971. 172 с. с илл.; 24 л. илл. (Рассказы о природе).

Майкл Д. Семья Майклов в Африке. Пер. с англ. М., «Мысль», 1966. 197 с. с илл.; 6 л. илл. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

На советском экране шел фильм «Барабаны судьбы». Он снят автором этой книги, доказывающей необходимость сохранения африканской фауны для блага человека. Подробно рассказано о съемках фильма, описаны заповедники Африки, саванны, дикие животные, на которых автор «охотился» с кинокамерой.

Сетон-Томпсон Э. Рассказы о животных. Пер. с англ. Рис. автора. М., Детгиз, 1955. 440 с. с илл.

Черно-бурая лисица, медведь Уэб и медвежонок Джонни, шакал, рысь, волки, ворона, куропатка, олень, дикие гуси, воробьи Бидди и Рэнди — вот далеко не полный перечень героев замечательных рассказов американского писателя.

Насекомые

Шовен Р. Мир насекомых. Пер. с франц. Ред. и предисл. И. А. Халифмана. М., «Мир», 1970. 238 с. с илл. (В мире науки и техники).

Плавильщиков Н. Н. Занимательная энтомология. Рис. Н. Кондакова и Л. Хайлова. М., Детгиз, 1960. 191 с с илл.

Рассказы о том, как живут в природе различные насекомые.

Фабр Ж. А. Жизнь насекомых. Рассказы энтомолога. Сокр. пер. с франц. и обраб. Н. Н. Плавильщикова. М., Учпедгиз, 1963. 459 с. с илл.; 17 л. илл.

Ж. Фабр — знаменитый французский ученый, сорок лет изучавший насекомых.

Фриш К. Десять маленьких непрошеных гостей. [Сокр. пер. с нем.] — *Халифман И. А.* И еще десятью десять. М., «Детская литература», 1970. 238 с. с илл.; 8 л. илл.

Очерки К. Фриша о комнатной мухе, комарах, блохе, платяной моли, клопах, тараканах и других «соседях» человека дополняет советский ученый И. А. Халифман. Он рассказывает о том, сколько всего насекомых на Земле, о великих натуралистах прошлого, о том, как стал выдающимся энтомологом замечательный немецкий ученый Карл Фриш, и о том, может ли любой человек стать натуралистом.

Васильков И. А. Путешествие в Страну нектара. Цветы и насекомые. М., «Детская литература», 1964. 238 с. с илл.; 1 л. илл. (Школьная б-ка. Для средн. школы).

Халифман И. А. Пароль скрещенных антенн.— [Они летят по заданию.— Отступившие в подземелье. Повести. Для ст. возраста. Изд. 2]. М., «Детская литература», 1967. 414 с. с илл.; 32 л. илл.

Три повести о жизни общественных насекомых: пчел, муравьев, термитов.

Халифман И. А. Пчелы. Изд. 4, перераб. и доп. М., «Молодая гвардия», 1963. 398 с. с илл.

Увлекательнейшим фантастическим романом назвал эту научную книгу академик А. Н. Несмеянов.

Халифман И. А. Муравьи. М., «Молодая гвардия», 1963. 304 с. с илл.; 25 л. илл.

Ле Мульт Э. Моя охота за бабочками. Пер. с франц. М., Детгиз, 1962. 127 с.; 10 л. илл.

Автор, известный французский ученый-энтомолог, не только описывает, как он охотился за бабочками во Франции, в Африке, в Гвиане, но и дает советы юным читателям, как стать энтомологом.

Жизнь вод

Сладков Н. И. Подводная газета. Л., «Детская литература», 1966. 303 с. с илл.

Книга состоит из небольших статей о водных растениях и водных животных. Много замечательных сведений сообщается в «Подводной газете», а иллюстрации делают эти сведения еще более интересными.

Богоров В. Г. Жизнь океана. М., «Знание», 1969. 64 с. с черт. и карт. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Биология». 6).

Кроми У. Обитатели бездны. Пер. с англ. Л., Гидрометеоиздат, 1971. 343 с. с илл.

Как зародилась жизнь на Земле? Как она протекает в морских глубинах? Какова растительность в море? Что науке известно о жизни крабов, осьминогов, акул, китов и других водных животных?

Кусто Ж. И., Дюма Ф., Даген Д. В мире безмолвия.— Живое море. [Пер. с англ.]. М., «Знание», 1966. 462 с. с илл. и карт.; 8 л. илл.

Исследователи подводного мира, авторы фильма «Мир тишины», рассказывают о своих многочисленных приключениях.

Загорянский А. Д. Тайны подводного мира. [М.], «Пищевая промышленность», [1966]. 156 с. с илл.

Вы узнаете все о рыбах. Оказывается, есть рыбы огненные, летающие, стреляющие, электрические, ползающие и сухопутные. Есть рыбы, которые могут жить в кипятке и во льду. Автор рассказывает о происхождении названий рыб, о работе ихтиологов, о секретах рыболовства и о значении рыбного промысла в народном хозяйстве. Книга хорошо иллюстрирована фотоснимками.

Смит Дж. Л. Б. Старина Четвероног. Как был открыт целакант. Пер. с англ. М., Географгиз, 1962. 216 с. с илл. (Рассказы о природе).

Целакант — кистеперая рыба. Долгое время ученые считали, что рыбы этой группы вымерли свыше 50 млн. лет назад. И вдруг в нашем, XX веке такую рыбу выловили!

Мак-Кормик Г., Аллен Т., Янг В. Тени в море. Акулы и скаты. Пер. с англ. Л., Гидрометеоиздат, 1968. 295 с. с илл.

Эту книгу написали охотник на акул, океанолог и журналист. Вы узнаете о том, как акулы нападают на человека, как люди охотятся на этих громадных рыб, какие легенды с ними связаны.

Протасов В. Р. и *Никольский И. Д.* Голоса в мире безмолвия. М., «Пищевая промышленность», 1969. 144 с. с илл.

Являются ли издаваемые рыбами звуки сигналами связи между ними? Как использует человек эти звуки в промысловой разведке рыб? В книге даются практические советы, как владельцу аквариума вести научные исследования по биоакустике у себя дома.

Земноводные и пресмыкающиеся

Банников А. Г. и *Денисова М. Н.* Очерки по биологии земноводных. Пособие для учителей и студентов факультетов естествознания. М., Учпедгиз, 1956. 168 с. с илл.; 2 л. илл.

Карр А. В океане без компаса. Пер. с англ. Под ред. и с предисл. И. С. Даревского и В. Е. Флинта. М., «Мир», 1971. 304 с. с илл. (В мире науки и техники).

Как странствуют морские черепахи? Как они размножаются? Как борются ученые за сохранение исчезающих видов?

Бломберг Р. В поисках анаконды. Пер. со швед. М., Детгиз, 1958. 159 с. с илл.; 40 л. илл.

Рассказ об охоте в верховьях реки Амазонки на одну из самых больших змей в мире — анаконду.

Недялков А. Д. Опасные тропы натуралиста. (Записки ловца змей). М., «Мысль», 1970. 174 с. с илл.; 8 л. илл.

Об образе жизни и повадках гюрзы, эфы, кобры и других ядовитых змей.

Пфеффер П. На островах дракона. Пер. с франц. М., «Мысль», 1966. 166 с. со схем.; 12 л. илл. (Рассказы о природе).

На Малых Зондских островах живут «живые ископаемые» — гигантские ящерицы. Автор рассказывает, как были открыты комодские драконы, каковы их биологические особенности и поведение.

Птицы

Туров С. С. Жизнь птиц. М., «Советская наука», 1958. 196 с. с илл.

От кого произошли птицы, как устроено их тело, как они питаются, размножаются, воспитывают птенцов, как и почему совершают перелеты?

Дементьев Г. П. Птицы нашей страны. Изд. 2. М., Изд. Моск. ун-та, 1962. 168 с. с илл. и карт. (На обор. тит. л.: Моск. о-во испытателей природы. Среди природы. Вып. 54).

В книге четыре главы: 1. История изучения птиц СССР. 2. Общий очерк мира птиц СССР. 3. Строение птиц в связи с их образом жизни. 4. Практическое значение птиц.

Голованова Э. Н., Пукинский Ю. Б. Гнездо — дом. [М.], «Лесная промышленность», 1971. 104 с. с илл.

Иллюстрированный замечательными фотоснимками рассказ о том, где поселяются, как устраивают свои гнезда и выкармливают птенцов дятлы и зимородки, воробьи, синицы, ласточки и другие птицы нашей Родины.

Промптов А. Н. Птицы в природе. Пособие для учителя. [Изд. 4]. М., Учпедгиз, 1960. 490 с. с илл. и карт.; 7 л. илл.

Указания по методике наблюдения за птицами, определитель птиц по облику и биологическим признакам и биологические характеристики наиболее распространенных птиц.

Гладков Н. А. Тише, птицы на гнездах. М., «Лесная промышленность», 1967. 200 с. с илл.; 3 л. илл.

В книге рассказано о биологии птиц и их значении для человека. Но основная задача автора — пробудить в читателе любовь и уважение к живой природе, одну из прекраснейших частей которой составляют птицы.

Гриффин Д. Р. Перелеты птиц. Биологические и физические аспекты ориентации. Пер. с англ. под ред. и с предисл. Г. П. Дементьева. 162 с. с черт. и карт. (В мире науки и техники).

Автор книги — физик — изучает поведение птиц с позиций своей науки.

Галушин В. М. Хищные птицы. М., «Лесная промышленность», 1970. 136 с. с илл.; 2 л. илл.

Дольник В. Р. Таинственные перелеты. М., «Наука», 1968. 111 с. с илл. (АН СССР).

Почему птицы предпринимают перелеты? Сколько энергии они расходуют на это? Что заставляет их каждый год покидать насиженные места? Как они находят дорогу?

Соколов Н. Л. Любите и охраняйте птиц. М., «Просвещение», 1968. 80 с. с илл.

Двадцать пять очерков о различных птицах, живущих в нашей стране. Даны советы, чем подкармливать птиц, как содержать их в неволе.

Мальчевский А. С., Голованова Э. Н., Пукинский Ю. Б. Птицы перед микрофоном и фотоаппаратом. Под ред.

проф. А. С. Мальчевского. Л., изд. Ленингр. ун-та. 207 с. с илл. и нот. илл. Приложена 1 пластинка.

Интереснейшие наблюдения ученых за поведением и повадками различных видов пернатых и практические советы любителям, как сфотографировать птицу и записать ее голос.

Млекопитающие

Корбетт Д. Храмовый тигр. Пер. с англ. Послесл. Г. Котовского. М., «Наука», 1964. 144 с. с илл. (Путешествия по странам Востока).

Автор, английский охотник и натуралист, рассказывает об охоте на тигров-людоедов и леопардов в джунглях Северной Индии.

Мантык — истребитель тигров. [М., «Наука», 1968]. 192 с. с илл. (Путешествия по странам Востока).

Сборник составлен из очерков русских охотников-натуралистов и писателей XIX в. Вводная статья знакомит читателя с представлениями о тигре в свете новейших наблюдений зоологов и охотников и пытается ответить на вопрос, кем же является тигр по своей природе: коварным убийцей или «джентльменом» джунглей.

Адамсон Д. Рожденная свободной. Пер. с англ. Послесл. и примеч. В. Е. Флинта. [Изд. 2]. М., «Мысль», 1969. 391 с. с илл.; 24 л. илл. (Рассказы о природе).

Героиня этой невыдуманной повести — львица, крошечным львенком попавшая в английскую семью в Кении. Она очень привязалась к своим приемным родителям и, выпущенная на свободу, все-таки навещала их. По этой книге был снят фильм.

Бауэр Г. Книга о слонах. Пер. с нем. Примеч. и послесл. П. Б. Юргенсона. Изд. 2, испр. М., «Мысль», 1964. 160 с.; 8 л. илл. (Геогр. серия. Рассказы о природе).

Шаллер Д. Б. Год под знаком гориллы. Пер. с англ. Послесл. и коммент. М. Ф. Нестурха. М., «Мысль», 1968. 248 с. с илл., карт.; 10 л. илл. (Рассказы о природе).

Автор, американский зоолог и антрополог, наблюдал повседневную жизнь горилл в лесах Восточной и Центральной Африки. Проведя много дней среди «самых близких родственников» человека, он делает вывод, что гориллы очень спокойные, миролюбивые существа.

Харриссон Н. Б. Оранг-утан. Сокр. пер. со швед. М., «Знание», 1969. 46 с. с илл. (Серия «Наука о Земле», [11]).

Боб, Ева, Билл, Фрэнк и Найджел — детеныши орангутанов, матерей которых застрелили охотники. Автор этой книги пыталась воспитывать их в условиях, близких к условиям джунглей, чтобы они были приспособлены к жизни без помощи человека. Прочитав книгу, вы узнаете, удалось ли это осуществить.

Кроукрофт П. Артур, Билл и другие. (Всё о мышах). Пер. с англ. М., «Мир», 1970. 156 с. с илл. (В мире науки и техники).

О жизни мышиных сообществ.

Герд М. А. и *Гуровский Н. Н.* Первые космонавты и первые разведчики космоса. Изд. 2, доп. М., «Наука», 1965. 239 с. с илл. (АН СССР. Науч.-попул. серия).

В первой части этой книги вы прочитаете о том, как тренируют для космических полетов белых крыс, кролика, обезьян, как летали в космос собаки: первый «космонавт» Лайка, Белка и Стрелка, Чернушка и Звездочка.

Дёжкин В. В., Мараков С. В. Каланы возвращаются на берег. М., «Мысль», 1968. 199 с. с илл.; 18 л. илл. (Рассказы о природе).

Авторы, биологи-охотоведы, изучали жизнь бобра, выхухоля, ондатры, нутрии, калана, котика и других водных млекопитающих в Воронежском заповеднике и на Командорских островах. Они рассказывают о повадках и нравах этих животных, их промысле и значении в народном хозяйстве.

Томилин А. Г. Дельфины служат человеку. М., «Наука», 1969. 247 с. с илл.; 2 л. илл. (АН СССР. Науч.-попул. серия).

Каковы новейшие открытия в области изучения дельфинов? Почему этими животными интересуются гидроакустики и судостроители, физиологи и конструкторы подводных аппаратов, психологи и лингвисты?

Лилли Д. Человек и дельфин. Пер. с англ. М., «Мир», 1965. 160 с. с илл.; 11 л. илл.

Д. Лилли — известный американский физиолог. Он исследовал возможности налаживания контактов между человеком и дельфинами.

Земский В. А. Киты — гиганты океана. М., «Пищевая промышленность», 1971. 123 с. с илл.

Почему эти млекопитающие живут в воде, как рыбы? Каковы их «умственные» способности? Как они воспитывают своих детенышей? Сколько лет они живут? Какую пользу приносят людям?

Белькович В. М., Клейненберг В., Яблоков А. Загадка океана. М., «Молодая гвардия», 1965. 175 с. с илл.; 13 л. илл. (Эврика).

Эта книга написана тремя учеными. Они познакомят вас с легендами и научными наблюдениями над китами и дельфинами, биологические особенности и образ жизни которых удивляли человека еще в античные времена.

Охрана природы

Арманд Д. Л. Нам и внукам. Изд. 2, доп. М., «Мысль», 1966. 254 с. с илл.; 16 л. илл.; 1 отд. л. схем.

«Может ли современный человек жить вне природы?» — спрашивает автор. Он доказывает, что растительный и животный мир своей Родины надо любить и беречь, рассказывает о мероприятиях по охране природы и о тех недостатках и упущениях, которые еще не изжиты в наше время.

Дорст Ж. До того как умрет природа. Пер. с франц. Предисл. и ред. А. Г. Банникова. М., «Прогресс», 1968. 415 с. с илл. и карт.; 44 л. илл.

Замечательная книга французского ученого — страстный призыв ко всем людям Земли бережно относиться к природе.

Лес и человек. Ежегодник. 1972. Год издания первый. [М]., «Лесная промышленность», [1971]. 192 с. с илл.

В форме маленьких рассказов о лесах, их обитателях, о людях, которые ухаживают за лесом, дается множество сведений о значении растительного и животного мира в жизни человека.

Выдающиеся биологи

Плавильщиков Н. Н. Гомункулус. Очерки из истории биологии. М., «Детская литература», 1971. 432 с. с илл.

Биографии великих ученых-естествоиспытателей *Гарвея, Левенгука, Линнея, Бюффона, Ламарка, Кювье, Дарвина, Гексли, Геккеля, братьев Ковалевских, Мечникова* и других.

Корсунская В. М. Подвиг жизни шевалье де Ламарка. Л., Детгиз, 1961. 236 с. с илл.
Корсунская В. М. Карл Линней. Л., Детгиз, 1963. 190 с. с илл. (Школьная б-ка).
Володин Б. Г. Мендель. (Vita alterna). М., «Молодая гвардия», 1968. 256 с.; 9 л. илл., портр. (Жизнь замечательных людей).
Корсунская В. М. Чарлз Дарвин. М., «Просвещение», 1969. 120 с. с илл. (Люди науки).
Могилевский Б. Л. Илья Ильич Мечников. М., «Молодая гвардия», 1958. 352 с. с илл. (Жизнь замечательных людей).
Блинкин С. А. И. И. Мечников. М., «Просвещение», 1972. 104 с. с илл. (Люди науки).
Могилевский Б. Л. Жизнь Тимирязева. М., Детгиз, 1959. 263 с. с илл. (Школьная б-ка).
Резник С. Е. Николай Вавилов. М., «Молодая гвардия», 1968. 334 с. с карт.; 12 л. илл., портр., карт. (Жизнь замечательных людей).

В помощь юному натуралисту

Друзьям природы. Сборник. М., «Молодая гвардия», 1965. 93 с. с илл. (Возьми с собой в лагерь).
Сборник составлен из отдельных очерков: «Первые встречи с природой», «Украсим лагерь цветами», «На опытном участке», «Зоопарк» в лагере», «Романтика за столом и в лесу», «День натуралиста», «Что ребята привезут из лагеря». В каждом очерке дано много полезных советов о том, как ухаживать за цветами, какие семена овощей сажать, чтобы скорее получить урожай, как составить гербарий, как ухаживать за обитателями живого уголка и др.
Полянский И. И. Ботанические экскурсии. Под ред. П. И. Боровицкого. Изд. 3, испр., доп. 241 с. с илл.; 27 л. илл. (Пособие для учителей).
Щербиновский Н. С. Сезонные явления в природе. [Изд. 4. М., «Колос», 1966]. 167 с. с илл. и карт.
Между климатом, условиями погоды и развитием всей органической природы существует тесная связь. Как это происходит? Как вести фенологические наблюдения?
Мамонтова З. А. Гербаризация растений с сохранением их естественной окраски и формы. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1965. 32 с. с илл.; 1 л. илл.
Полканов Ф. М. Подводный мир в комнате. М., «Детская литература», 1970. 224 с. с илл.; 4 л. илл.
Вы узнаете, как сделать аквариум, какую растительность в нем развести, какие породы рыб поселить, как ухаживать за ними, предохранить их от болезней и даже о том, как вывести новую породу рыб.
Махлин М. Д. Занимательный аквариум. М., «Пищевая промышленность», 1966. 304 с. с илл.; 8 л. илл.
Автор — руководитель Ленинградского городского клуба аквариумистов — рассказывает о том, когда и при каких обстоятельствах у человека появился интерес к аквариуму, кто был первым аквариумистом, о свойствах воды, о дыхании и отношении к свету водных организмов, о заготовке кормов и службе здоровья рыб, а также о породах растений, насекомых и рыб, разводимых в аквариуме.
Бёме Л. Б. Жизнь птиц у нас дома. (Записки птицелова). Изд. 2, испр. [М.], «Лесная промышленность», 1968. 180 с. с илл.
Как нужно содержать птиц в неволе и ухаживать за ними? Какие существуют способы ловли? Какие клетки требуются для каждого вида? Можно ли птицу, привыкшую к человеку, выпустить на волю?

Справочные издания

Викторов Д. П. Краткий словарь ботанических терминов. [Изд. 2, доп.]. М.— Л., «Наука», 1964. 177 с.
Круберг Ю. К. и *Чефранова З. В.* Иллюстрированный школьный определитель высших растений. Книга для учащихся средней школы. М., Учпедгиз, 1960. 310 с. с илл.
Травянистые растения СССР. Т. 1—2. М., «Мысль», 1971. (Справочники-определители географа и путешественника).
Деревья и кустарники СССР. М., «Мысль», 1966. 637 с. с илл. и карт.; 24 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Маевский П. Ф. Осенняя флора средней полосы Европейской части СССР. Определитель. Изд. 9. М., Учпедгиз, 1961. 151 с. с илл.
Горностаев Г. Н. Насекомые СССР. М., «Мысль», 1970. 372 с. с илл.; 28 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Определитель обитающих в почве личинок насекомых. М., «Наука». 1964. 919 с. с илл.
Олигер И. М. Краткий определитель позвоночных животных средней полосы Европейской части СССР. Пособие для учителей. Изд. 3, испр. и доп. М., «Просвещение», 1971. 144 с. с илл.; 4 л. илл.
Рыбы СССР. М., «Мысль», 1969. 447 с. с илл. и карт.; 12 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Банников А. Г., Даревский И. С., Рустамов А. К. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. М., «Мысль» 1971. 303 с. с илл. и карт.; 16 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Птицы СССР. М., «Мысль». 1968. 637 с. с илл. и карт.; 24 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Флинт В. Е., Чугунов Ю. Д., Смерин В. М. Млекопитающие СССР. [Изд. 2, испр.]. М., «Мысль», 1970. 437 с. с илл. и карт.; 24 л. илл. (Справочники-определители географа и путешественника).
Календарь юного натуралиста. Изд. 2, перераб. М., «Молодая гвардия», 1960. 360 с. с илл.

Словарь-указатель

А

Ага
— земноводное сем. жаб, один из самых крупных представителей отряда бесхвостых; кожные выделения ядовиты
330, 332

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)
— органическое вещество, аккумулятор и переносчик энергии в организмах; благодаря АТФ аминокислоты, глюкоза и другие вещества могут использоваться клетками организма
44, 88, 92

Адонис
— род многолетних травянистых растений сем. лютиковых
148

Азотобактер
— аэробные бактерии; связывают азот атмосферы и обогащают почву азотом
78, 184, 185

Акация песчаная
— кустарник сем. бобовых; растет в пустыне
153, 154

Аконит
— род многолетних травянистых растений сем. лютиковых
124, 125, 128, 179

Актинии
— отряд морских кишечнополостных животных класса коралловых полипов
267, 276

Акулы
— отряд хищных рыб
250, 251, 289, 424

Алоэ
— род многолетних травянистых, реже древовидных растений с сочными листьями сем. лилейных
93, 176, 177

Альбатросы
— сем. морских кочующих птиц отряда буревестников
317

Амебы
— отряд простейших животных
111, 197, 201, 202, 204, 423

Аминокислоты
— содержащие азот органич. вещества, из которых построены белковые вещества животных и растит. организмов
11, 30, 41, 46

Амфибии
— см. *Земноводные*

Анабиоз
— приспособительное явление у некоторых живых существ, выражающееся в замедлении или почти полной приостановке обмена веществ
88—90, 261

Анаэробы
— организмы, не нуждающиеся для дыхания в свободном кислороде, живут за счет энергии расщепления химических соединений
182

Анофелес
— род насекомых сем. комаров; переносчики возбудителей малярии
273, 338, 339

Антеридий
— мужской половой орган споровых растений
99, 100, 101

Антибиотики
— вещества, вырабатываемые микробами, главным образом плесневыми грибами; убивают микробов других видов и вирусы или задерживают их развитие
43, 45, 107, 110, 189, 359

Антилопы
— группа парнокопытных сем. полорогих
234, 235, 246, 248, 342, 351

Анчар
— род растений сем. тутовых; ядовит
124

Архар
— дикий баран; обитает в Азии
256

Архегоний
— женский орган размножения мхов, папоротникообразных и голосеменных растений
99, 100, 102

Аскариды
— сем. круглых червей; паразитируют в кишечнике человека и позвоночных животных
200, 264, 336, 337

Аспиды
— сем. ядовитых змей
232, 331, 333

Ассимиляция
— использование, уподобление себе растит. или животным организмом поступающих в него извне веществ; составляет одну из сторон обмена веществ (ср. *Диссимиляция*)
43

Астрагал
— род травянистых бобовых растений, полукустарников или кустарников
149, 155

Асцидии
— класс морских хордовых животных
375

Ауксины
— гормоны роста растений
84

Аурелия
— медуза блюдцеобразной формы
290, 291

Афелинус
— паразитическое перепончатокрылое насекомое сем. хальцид; используется для борьбы с вредителем яблонь — кровяной тлей
357

Аэробы
— организмы, нуждающиеся для жизнедеятельности в свободном кислороде
182

Б

Бабирусса
— дикая свинья; обитает на о-ве Сулавеси
235, 239

Бабочки
— обширный отряд насекомых; две пары крыльев, покрытых чешуйками; ротовой аппарат сосущий, в виде хоботка; тело густо покрыто волосками и чешуйками; личинки — гусеницы с грызущим ротовым аппаратом; у куколки обычно конечности и крылья плотно спаяны с покровом тела
221, 260, 343, 345, 392—396

Багульник болотный
— вечнозеленый кустарник сем. вересковых; ядовит
121, 131, 139

Бакланы
— сем. птиц отряда веслоногих
315, 316, 317

Бактерии
— преимущественно одноклеточные микроскопич. организмы, имеющие оболочку, но не имеющие обособленного ядра; содержат ДНК, обычно лишены хлорофилла и пластид
5, 30, 78, 106, 180—190, 265, 288, 420

Бактериофаг, фаг, бактериальный вирус
— ультрамикроскопич. агент, растворяющий бактерии; обладает всеми основными свойствами вирусов
40, 192, 193, 194

Бантенг
— дикий бык; обитает в Юго-Вост. Азии
239

Бараны
— род парнокопытных сем. полорогих
256, 351

Барибал
— медведь; обитает в Сев. Америке
221

Барсук
— хищник сем. куньих
24, 220, 224

Бациллы
— бактерии, имеющие вид палочки; образуют споры
182

Бегемоты
— сем. нежвачных парнокопытных, родственных свиньям
235, 360, 362
Беззубки
— род пресноводных двустворчатых моллюсков сем. перловиц
269
Бе́лки
— род древесных грызунов
211, 213, 215, 216, 217, 220, 342, 351, 417, 418, 419
Белки́
— высокомолекулярные органич. вещества, сложная молекула которых построена из аминокислот; постоянная и наиболее важная составная часть животных и растит. тканей, основа их структуры и функций
11, 30, 31, 40, 45, 46, 198
Белладонна
— многолетнее травянистое растение сем. пасленовых; ядовито, содержит алкалоид атропин
120, 121
Белуга
— ценная промысловая рыба сем. осетровых
293, 295, 299
Белуха
— арктическое морское млекопитающее сем. дельфинов
302, 304, 305
Белый гриб, боровик
— крупный съедобный шляпочный гриб
168, 170, 172
Белый медведь
— самый крупный медведь; обитает в Арктике
19, 205, 206, 208
Бентос
— совокупность организмов, обитающих на дне и в грунте дна водоемов
165
Береза
— род деревьев и кустарников сем. березовых
132, 142, 145, 146
Беркут
— хищная птица сем. ястребиных
22, 229, 234, 310, 424
Бесполое размножение
— размножение животных и растений, осуществляющееся без оплодотворения; имеет две формы: спорообразование и *вегетативное размножение* (см.)
97, 98, 169, 197, 198, 203
Бизон
— дикий бык; обитает в Сев. Америке
226, 227, 360, 362
Бионика
— наука, применяющая знания о биологических процессах и явлениях для решения инженерных задач
49, 56—60
Биосфера
— оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов
7, 8
Биофизика, биологическая физика
— наука о физических и физико-химических закономерностях в биологических явлениях
5, 46—49
Биохимия, биологическая химия
— наука, которая изучает вещества, составляющие живые организмы, и протекающие в них химические процессы — обмен веществ
5, 43—46
Биоценоз
— совокупность микроорганизмов, растений и животных, населяющих участок среды обитания; непрерывно развивается и характеризуется определенными взаимоотношениями как между составляющими его организмами, так и с окружающей его средой
7, 18, 21—25
Блохи
— отряд мелких паразитических бескрылых насекомых; многие — переносчики инфекций, в частности чумы
338, 339, 340
Бобовые
— двудольные растения, имеющие плод боб; на корнях бобовых живут клубеньковые бактерии, усваивающие свободный азот атмосферы и накапливающие в почве азотистые вещества
78, 113, 149
Бобр
— грызун сем. бобровых; ведет полуводный образ жизни
216, 354, 356, 358, 359
Бокоплавы
— мелкие ракообразные; служат пищей для многих промысловых рыб
264, 265, 270, 272, 278
Болиголов крапчатый
— травянистое двулетнее растение сем. зонтичных; ядовит
124
Большеногие куры
— сем. птиц отряда куриных
316
Бородавочники
— род нежвачных парнокопытных сем. свиней
235, 249, 252
Борьба за существование
— по учению Ч. Дарвина, совокупность взаимоотношений животных или растений между собой и с окружающей их средой, в результате чего выживают наиболее приспособленные особи
15, 16, 17, 19, 23, 24, 200
Боярышник
— род деревьев и кустарников сем. розоцветных
142, 145
Броненосцы
— сем. млекопитающих отряда американских неполнозубых; на теле имеют панцирь из подвижно связанных щитков
Буйволы
— дикие быки; обитают в Африке и Азии
239, 246, 250, 252
Бук
— род листопадных деревьев сем. буковых
142, 162, 165
Буревестники
— отряд морских птиц
210, 211, 315, 316
Бурундук
— грызун сем. беличьих
211, 212, 215, 220, 221

В

Вавилов, Николай Иванович
(1887—1943) — советский генетик, ботаник-растениевод
17, 37, 383—385
Вакуоли
— полости в животных и растит. клетках, одноклеточных организмах. В растит. клетках наполнены клеточным соком; различают пищеварительные, сократительные, или пульсирующие, вакуоли
27, 30, 74, 79, 111, 197, 201, 202
Вакцина
— лечебный препарат, состоящий из ослабленных или убитых возбудителей инфекции или из продуктов их жизнедеятельности
Вампиры
— сем. рукокрылых млекопитающих; питаются кровью теплокровных животных
244
Вегетативное размножение
— одна из форм бесполого размножения, заключающаяся в образовании нового организма из части материнского путем почкования, деления (у низших животных и растений), а также при помощи клубней, луковиц, отпрысков, корневищ и др. (у высших растений)
82, 174, 197, 198
Веллела
— морское беспозвоночное подкласса сифонофор
279
Венерина мухоловка
— многолетнее насекомоядное растение сем. росянковых
119
Вернадский, Владимир Иванович
(1863—1945) — советский геохимик и минералог, создатель учения о *биосфере* (см.)
72
Вех ядовитый
— см. *Цикута*

Вид
— основная структурная единица в системе живых организмов, качественный этап их эволюции; основное подразделение в систематике животных, растений, микроорганизмов
7, 14—17, 19, 22, 24, 33, 200, 350, 365, 367

Виктория-регия
— водное тропическое растение сем. кувшинковых
159

Виноградский, Сергей Николаевич
(1856—1953) — русский микробиолог; открыл явление хемосинтеза — способность бактерий образовывать органич. вещества из углекислого газа за счет химической энергии, образующейся при окислении некоторых неорганич. веществ
184, 186

Вирусы
— возбудители многих заболеваний растений, животных и человека; размножаются только в живых клетках
5, 190—194, 197, 337

Витамины
— органич. вещества, необходимые в небольших количествах человеку и животным; имеют важное значение для нормального обмена веществ в организме; входят в состав многих ферментов
45, 106, 107—109

Водоросли
— группа низших растений; обитают обычно в воде, содержат хлорофилл и не имеют ни цветков, ни семян. Основные классы водорослей: синезеленые, зеленые, диатомовые, бурые, красные, или багрянки
12, 55, 97, 98, 111, 112, 113, 138, 165—168, 420, 421

Волк
— хищник сем. собачьих
24, 209, 217, 219

Волчье лыко
— кустарник сем. ягодковых; ядовит
120, 121, 122, 147

Волчьи ягоды
— см. *Жимолость обыкновенная*

Воробьи
— род птиц сем. ткачиковых отряда воробьиных
228, 309, 310, 316, 322, 424

Ворон
— птица сем. вороновых отряда воробьиных
224, 229, 251, 256, 315, 416

Вороний глаз
— род многолетних травянистых растений сем. лилейных; ядовит
120, 121, 122

Вши
— отряд кровососущих насекомых; паразиты человека и млекопитающих животных, переносчики инфекционных болезней
335

Выхухоль
— насекомоядное млекопитающее сем. выхухолей
217

Г

Гаги
— морские нырковые утки
205, 207, 208, 316

Гадюки
— сем. ядовитых змей
213, 216, 229, 239, 257, 330, 331, 334

Газели
— род парнокопытных сем. полорогих
234, 246, 248, 253

Галаго
— полуобезьяны сем. галаговых
235, 237

Галофиты
— дикорастущие солеустойчивые растения; произрастают на сильно засоленных почвах
94, 95

Гамбузия
— живородящая рыба отряда карпозубых; уничтожает личинки малярийного комара
358

Гаметы
— мужские и женские половые клетки
35, 36, 97, 98, 101, 104

Гаур
— дикий бык; обитает в Азии
239, 240

Гвереца
— обезьяна сем. мартышкообразных
235

Гекконы
— сем. ящериц
228, 232, 239, 242

Гексли, Томас Генри
(1825—1895) — английский зоолог, ближайший соратник Ч. Дарвина и популяризатор его учения
17

Гельминты
— паразитические черви; многие — возбудители серьезных заболеваний человека, животных и растений
335—337

Генетика
— наука о законах наследственности и изменчивости организмов
5, 35—43, 372

Генетическая информация
— информация о составе, строении и характере обмена составляющих организм веществ и связанных с ними функциях, заложенная в наследственных структурах организмов и получаемая от предков в виде совокупности *генов* (см.)
27, 31, 39, 40, 41, 43

Генетический код
— система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот животных, растительных, бактериальных организмов и вирусов
30, 42

Гены
— участки молекулы ДНК, определяющие развитие тех или иных наследственных признаков
27, 31, 35, 37—39, 40—41, 374

Гепарды
— род хищных млекопитающих сем. кошачьих
246, 251, 252

Гермафродит
— организм, соединяющий в себе существенные признаки мужского и женского пола
198

Гетерогамия
— слияние различных по размерам и форме мужских и женских половых клеток (ср. *Изогамия*)
97, 98

Гиацинт
— род луковичных растений сем. лилейных
148, 179

Гиббоны
— сем. малых человекообразных обезьян
240

Гидры
— отряд кишечнополостных беспозвоночных животных
192, 199, 267

Гиены
— сем. хищных млекопитающих
246, 250, 252

Гифы
— нити, из которых состоит вегетативное тело гриба
113, 133, 168, 180

Глохидий
— личинка некоторых моллюсков, паразитирующая на рыбах
269

Глухарь
— птица сем. тетеревиных
20, 211, 216, 309, 317

Глюкофиты
— растения, произрастающие на незасоленной почве
94, 95

Гну
— род парнокопытных сем. полорогих
246, 249, 250, 342

Гнус
— наименование летающих кровососущих двукрылых насекомых
212, 216

Гоголь
— водоплавающая птица подсем. нырков
213

Голосеменные
— тип высших растений;

семена их не заключены в завязи, а лежат на открытых плодолистиках
98, 420

Гольджи аппарат
— структура в цитоплазме животных и растит. клеток, участвующая в их обмене веществ
30

Гомологические ряды
— по Н. И. Вавилову, сходные ряды наследственной изменчивости у генетически близких видов и родов; зная ряд форм такой изменчивости в пределах одного вида или рода, можно предвидеть подобные формы у других близких видов и родов
37, 383, 384

Горал
— парнокопытное сем. полорогих
220, 256

Горбуша
— ценная промысловая рыба из рода тихоокеанских лососей
293, 358

Горилла
— самая крупная человекообразная обезьяна; обитает в Африке
235, 237, 360

Горихвостки
— род певчих птиц сем. дроздовых отряда воробьиных
315, 323, 341

Горностай
— хищник сем. куньих
208, 209, 211, 216, 221

Грач
— птица сем. воробьиных
315, 317, 319, 340, 416

Гремучие змеи
— сем. ядовитых змей
232, 334

Грибница
— см. *Мицелий*

Грибы
— тип низших растений; не имеют хлорофилла и питаются готовыми органич. веществами
78, 97, 113, 168—173, 180, 185, 195, 196, 288, 337, 420

Грифы
— род хищных птиц
246, 256, 259

Груздь
— шляпочный гриб; съедобен в соленом виде
170, 172

Грызуны
— многочисленный отряд млекопитающих
200, 217, 222—225, 226, 233, 338, 340, 353, 356, 417

Губки
— тип радиально-симметричных беспозвоночных животных; ведут неподвижный образ жизни
195, 196, 199, 275, 285, 423

Гук, Роберт
(1635—1703) — английский естествоиспытатель; ввел впервые в науку термин «клетка» и установил наличие клеток на примере строения пробки
25, 26, 35

Гуси
— несколько родов водоплавающих птиц сем. утиных
208, 216, 309, 311, 359, 360

Гюрза
— ядовитая змея рода гадюк
330, 334

Д

Даманы
— отряд млекопитающих
238

Дарвин, Чарлз Роберт
(1809—1882) — английский ученый-эволюционист, основоположник учения об историческом развитии видов животных и растений в процессе естественного отбора
7, 9, 13—17, 90, 91, 374, 377, 380

Дарвин, Эразм
(1731—1802) — английский натуралист, врач и поэт, дед Ч. Дарвина; один из предвозвестников идеи эволюции органич. мира
13, 15, 367, 370, 378, 379

Дафнии
— мелкие ракообразные; служат кормом для мелких рыб и мальков
267, 270, 272

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)
— сложное органич. вещество, составная часть ядерного вещества животных и растит. клеток; играет основную роль в наследственной передаче признаков и свойств организмов
27, 39, 40, 42, 43, 46, 192, 194, 197, 202

Дельфины
— морские китообразные млекопитающие сем. дельфиновых
56, 290, 302, 305

Джейран
— парнокопытное рода газелей сем. полорогих
230, 234

Джузгун
— род кустарников и деревьев сем. гречишных
93, 115

Диатомеи
— класс водорослей, оболочка которых пропитана кремнеземом
290, 292

Дикобразы
— сем. грызунов
221, 238

Диплоиды
— растит. или животные организмы, в ядрах клеток которых содержится полный (парный) набор хромосом
37

Дископиге глазчатый
— электрическая рыба отряда скатов
286, 287

Диссимиляция
— процесс разрушения органич. веществ, входящих в состав организмов; представляет собой одну из сторон обмена веществ (ср. *Ассимиляция*)
43

Долгопяты
— сем. млекопитающих отряда приматов
241

Драконы
— род ящериц сем. агам; по бокам тела кожные складки — «парашют», с помощью которого драконы совершают планирующие полеты
241, 255

Древесные лягушки
— бесхвостые земноводные нескольких семейств
239, 244

Древолазы
— бесхвостые земноводные сем. короткоголовых лягушек
332, 333

Дрожжи
— сем. одноклеточных грибов из класса сумчатых
109, 169, 180

Дрозды
— род птиц сем. дроздовых отряда воробьиных
220, 309, 312, 314, 316, 347

Дрозофилы
— род насекомых отряда двукрылых; объекты генетических исследований
33, 38, 39, 42

Дрофы
— сем. птиц отряда журавлеобразных
223, 226, 311

Дуб
— род широколиственных деревьев сем. буковых
133, 142, 145, 147, 161, 164

Дыхание растений
— физиологический процесс, при котором химическая энергия окисления тратится на превращение веществ, рост и движения растений, а часть ее выделяется в виде тепла
5, 7, 44, 73, 74, 76

Дятлы
— сем. птиц
213, 216, 221, 312, 317, 320

Е

Ежи
— сем. насекомоядных млекопитающих
217, 220, 417

Ель
— род хвойных деревьев сем. сосновых
101, 132, 133, 136, 161

Енотовидная собака
— хищник сем. собачьих
24, 220

Еноты
— род хищных млекопитающих сем. енотовых
228

Естественный отбор
— по учению Ч. Дарвина, обусловливает историческое развитие органич. мира; выживают и дают потомство лишь особи, приспособленные к тем или иным условиям жизни
12, 16, 17, 18, 371

Ж

Жаворонки
— сем. птиц отряда воробьиных
216, 226, 252, 340, 356
Жабы
— сем. бесхвостых земноводных
274, 331, 332, 342, 414, 415
Женьшень
— лекарств. травянистое растение сем. аралиевых
86, 87, 135, 137, 144
Жерлянки
— род бесхвостых земноводных сем. круглоязычных
274, 331, 332, 415
Жимолость обыкновенная
— род кустарников сем. жимолостных; плоды ядовиты
121, 137, 142, 145, 161
Жирафы
— сем. парнокопытных
235, 246, 249, 360, 424
Жирянка
— род травянистых насекомоядных растений сем. пузырчатковых
117, 118
Жужелицы
— сем. *жуков* (см.)
263, 265, 398, 400, 401
Жуки
— отряд насекомых
221, 233, 239, 261, 262, 265, 273, 393, 398
Журавли
— отряд птиц
226, 309

З

Зайцы
— сем. млекопитающих отряда зайцеобразных
20, 21, 211, 215, 216, 418
Заповедники
— охраняемые территории, где запрещена всякая хозяйственная деятельность и ведутся научные исследования по охране природы
152, 161, 216, 225, 246, 253, 357, 359—363
Заразихи
— род одно- и многолетних паразитных растений сем. заразиховых
114, 115, 116
Зародышевый мешок
— внутренняя часть семяпочки у семенных растений; в нем формируется яйцеклетка, происходит оплодотворение и развивается зародыш
103, 104, 105
За́росток
— зеленая пластинка, представляющая собой половое поколение папоротников, хвощей и плаунов
100, 103, 104
Звездочеты
— сем. морских рыб отряда окунеобразных
286
Зебры
— непарнокопытные сем. лошадей
246, 249, 253, 360
Землеройки
— сем. млекопитающих отряда насекомоядных
20, 238
Земноводные
— класс низших наземных позвоночных животных
198, 211, 216, 221, 239, 257, 331, 332, 351, 414, 415
Зигота
— клетка, образующаяся в результате оплодотворения — слияния двух половых клеток (гамет)
32, 97, 98, 100, 102, 169
Зоохлорелла
— зеленая одноклеточная водоросль, живущая в теле низших животных
111
Зостера
— см. *Морская трава*
Зубр
— дикий бык; обитает в Европе
216, 218, 225, 356, 359
Зяблик
— птица отряда воробьиных
309, 312, 321, 340

И

Ива
— род растений сем. ивовых
140
Иван-да-марья
— травянистое растение сем. норичниковых
116
Ивановский, Дмитрий Иосифович
(1864—1920) — русский ботаник, физиолог растений и микробиолог; основоположник науки о вирусах
5, 191
Иволга
— птица отряда воробьиных
216, 220, 312, 322
Игрунковые обезьяны
— сем. широконосых обезьян
242
Игуаны
— сем. ящериц
242, 244, 255
Изменчивость
— способность всех организмов изменять свои наследственные качества под влиянием различных внешних и внутренних причин
35, 37, 41, 203, 383, 384
Изогамия
— слияние при оплодотворении двух половых клеток, одинаковых по внешнему виду и строению (ср. *Гетерогамия)*
97, 98
Иксодовые клещи
— сем. клещей; переносчики таежного энцефалита
337, 338
Иммунитет
— невосприимчивость к инфекции
189
Импала
— парнокопытное сем. полорогих
246, 249
Ингибиторы роста
— см. *Тормозители*
Индейка
— птица сем. фазановых
221
Инфузории
— класс простейших животных
201, 202, 203, 204, 263, 423
Ирис
— род многолетних травянистых растений сем. касатиковых
161, 175, 178, 179
Искусственный отбор
— совокупность приемов, применяемых человеком при создании новых пород домашних животных и сортов культурных растений
16

К

Кабан
— дикая свинья, предок домашней свиньи
16, 216, 217, 218, 258, 360
Кабарга
— парнокопытное оленеобразное животное
211, 212, 214, 220, 256
Кайры
— род птиц отряда чистиков; обычны на птичьих базарах в Арктике
24, 205, 207, 312, 315, 316
Кактусы
— сем. многолетних травянистых двудольных растений; приспособлены к жизни в американских пустынях; запасают воду в своих тканях на засушливое время года
20, 21, 93, 176, 177, 382
Камбалы
— отряд рыб; имеют важное промысловое значение
18, 279, 293, 296, 297, 343
Каменка обыкновенная
— птица сем. дроздовых, отряда воробьиных
252, 315, 349
Канна
— парнокопытное рода оленебыков сем. полорогих
246, 342

Канюки
— род хищных птиц сем. ястребиных
220, 224, 322, 341

Каракал
— хищник сем. кошачьих
234

Каракурт
— ядовитый паук
330, 332

Каротин
— оранжево-желтый пигмент, содержащийся в зеленом листе, моркови, томатах, яйцах и т. п.; в организме животных превращается в витамин А
108

Кашалот
— морское млекопитающее подотряда зубатых китов
208, 290, 302

Квакши
— сем. бесхвостых земноводных
216

Кенгуру
— сем. травоядных сумчатых млекопитающих
245, 342

Кермек
— род травянистых дикорастущих растений сем. свинчатковых; растет на засоленных почвах, типичный галофит, выделяет избыток солей на поверхности листьев
94, 148

Кета
— ценная промысловая рыба сем. лососевых
293, 295, 299, 300

Кефали
— сем. рыб; имеют важное промысловое значение
358

Китообразные
— отряд морских млекопитающих
275, 290, 302—305, 424

Класс
— естественная систематическая группа, объединяющая родственные отряды (животных) или порядки (растений); входит в состав *типа* (см.)
367, 368, 376

Клен
— род деревьев и кустарников сем. кленовых
142, 143, 145, 147

Клесты
— род птиц сем. вьюрковых; размножаются зимой
22, 211, 213, 309, 316, 416

Клетка
— основная структурная единица живых организмов; в клетках происходят главные жизненные процессы
25—34, 43, 46, 47, 48, 73—77, 79—80

Клеточный сок
— водный раствор питательных веществ и солей в растит. клетках; содержится главным образом в *вакуолях* (см.)
74, 80

Клетчатка
— главная составная часть клеточной стенки растения
73, 183, 184

Клещи
— группа паукообразных типа членистоногих
216, 335, 336, 337—339

Клубеньковые бактерии
— микроорганизмы, развивающиеся в клетках корней бобовых растений; обладают способностью усваивать атмосферный азот
77, 78, 113, 193

Коацерваты
— полужидкие студенистые капельки, образующиеся в растворах органич. веществ; обладают способностью улавливать растворенные вещества, усваивать их и за счет этого расти и увеличиваться в числе
10, 11, 12

Кобры
— род ядовитых змей сем. аспидов
330, 333

Ковалевский, Александр Онуфриевич
(1840—1901) — русский биолог-дарвинист; доказал сходство в зародышевом развитии различных многоклеточных животных
17, 374—376

Ковалевский, Владимир Онуфриевич
(1842—1883) — русский биолог-дарвинист, основатель эволюционной палеонтологии
17, 376—378

Ковыль
— род многолетних травянистых растений сем. злаков
148, 149, 151, 160

Козлы
— род парнокопытных млекопитающих сем. полорогих
246, 256, 257, 258

Козодои
— отряд птиц
312, 313, 322

Койот
— хищник сем. собачьих
226, 228

Кокки
— шаровидные бактерии
181

Колибри
— подотряд птиц отряда длиннокрылых; самые мелкие из известных птиц
19, 242, 244, 258, 424

Колонок
— хищник сем. куньих
211, 212, 216

Кольчатые черви
— тип беспозвоночных животных; тело состоит из сегментов (колец)
197, 262, 264, 267, 268, 278, 282

Колюшки
— сем. костистых рыб
200

Комары
— общее название двукрылых насекомых, наиболее характерный признак которых многочленниковые усики; многие виды — переносчики возбудителей различных болезней, в том числе малярии
233, 270, 273, 335, 338, 339, 357, 424

Конгони
— род парнокопытных сем. полорогих
246, 248, 250

Кондор
— хищная птица подотряда американских грифов
256, 259

Коньки
— род птиц отряда воробьиных
226, 314

Копытень европейский
— лекарственное многолетнее травянистое растение сем. кирказоновых; корень ядовит
121

Кораллы
— класс морских беспозвоночных животных типа кишечнополостных
267, 275, 276, 277

Коньки
— сем. птиц отряда воробьиных
322

Коромысло
— род крупных стрекоз
272, 273

Корсак
— хищник рода лисиц сем. собачьих
224

Косатка
— морское млекопитающее сем. дельфиновых; хищник
302, 304, 305

Косуля
— парнокопытное сем. оленей
20, 21, 212, 216, 219, 258

Котик морской
— морское млекопитающее отряда ластоногих
307, 308

Коферменты
— органич. низкомолекулярные вещества, составляющие вместе с белком молекулы некоторых ферментов
46

Кох, Роберт
(1843—1910) — немецкий микробиолог; открыл возбудителей туберкулеза, холеры
188, 337

Крабы
— беспозвоночные жи-

вотные отряда десятиногих ракообразных
274, 278, 279, 282

Крапивник
— птица отряда воробьиных
317, 319, 322

Креветки
— беспозвоночные животные отряда десятиногих ракообразных
279, 285, 358

Крокодилы
— подкласс пресмыкающихся
245, 424

Кроты
— насекомоядные млекопитающие; ведут подземный образ жизни
18, 20, 217, 262, 263, 264

Круглоголовки
— род ящериц сем. агам
228, 229, 231, 257

Круглые черви
— *см. Нематоды*

Крушина
— род кустарников и деревьев сем. крушинных
120, 142

Ксерофиты
— дикорастущие растения, обладающие различными приспособлениями к перенесению засухи
21, 93, 94, 150, 161, 165, 177

Кувшинки
— род многолетних травянистых водных растений сем. кувшинковых, с крупными плавающими листьями
18, 139

Куду
— парнокопытное сем. полорогих
239, 246, 248

Кукушки
— птицы отряда кукушкообразных
19, 220, 315, 321, 322

Кукушкин лен
— листостебельный мох; широко распространен в хвойных лесах и на болотах
99

Кулан
— непарнокопытное сем. лошадей
222, 225, 360, 362

Кулики
— отряд птиц
208, 209, 309, 312, 316

Куницы
— род хищных млекопитающих сем. куньих
22, 217, 219, 220, 221, 418

Купальница европейская
— травянистое растение сем. лютиковых; подземные части ядовиты
121, 124, 390

Куропатки
— птицы отряда куриных
206, 216, 256, 316, 317, 344

Кутикула
— тонкая пленка, покрывающая кожицу растения
75, 81, 93, 382

Куфии
— род ядовитых змей
244

Кювье, Жорж
(1769—1832) — французский ученый, внес большой вклад в сравнительную анатомию, палеонтологию и систематику животных
367—370, 377

Л

Ламарк, Жан Батист
(1744—1829) — французский естествоиспытатель; создатель первой эволюционной теории
7, 13, 15, 370—371

Ламинария
— морская бурая водоросль
166, 168, 280, 420

Ламы
— род млекопитающих сем. верблюдовых
260

Ландыш майский
— лекарств. растение сем. лилейных; ядовит
124, 146, 391

Ласточки
— сем. птиц отряда воробьиных
313, 315, 317, 322

Лев
— хищник сем. кошачьих
246, 250, 251, 342, 360

Левенгук, Антони ван
(1632—1723) — голландский биолог-микроскопист
88

Лейшмании
— род простейших животных класса жгутиковых сем. трипаносомовых; паразитируют, вызывая болезни — лейшманиозы
335, 338, 339

Лемминги
— несколько родов грызунов сем. мышиных
24, 206, 208, 342

Лемуры
— полуобезьяны сем. лемурид
235, 236

Ленивцы
— сем. млекопитающих отряда американских неполнозубых
14, 227, 242, 243

Леопард
— хищник сем. кошачьих
235, 241, 251, 252, 258

Летучие мыши
— подотряд млекопитающих отряда рукокрылых
57, 217, 238, 241, 244, 264, 265

Летучие рыбы
— сем. рыб отряда сарганообразных
278

Летяги
— сем. грызунов
211, 213, 216, 220, 221

Лианы
— вьющиеся и лазящие растения разных семейств; наибольшего развития достигают в тропиках
137, 144, 157, 159, 164, 174

Линней, Карл
(1707—1778) — шведский естествоиспытатель; создал первую искусственную и наиболее совершенную систему классификации животных и растений
7, 65, 364—367

Липа
— род древесных растений сем. липовых
133, 142, 145, 162

Лисицы
— род. хищных млекопитающих сем. собачьих
224, 226, 351, 418

Лисички
— съедобные шляпочные грибы
171, 173

Лиственница
— род хвойных деревьев сем. сосновых с опадающей на зиму хвоей
20

Литораль
— прибрежная полоса морского дна
275, 278

Лишайники
— тип низших растений, тело которых состоит из гриба и водоросли, образующих единый организм (симбиоз)
112, 113, 130, 131, 132, 169

Лососи
— сем. рыб отряда сельдеобразных
221, 295, 299, 301, 358

Лось
— парнокопытное сем. оленей
21, 212, 213, 216, 221, 419

Лошади
— род непарнокопытных млекопитающих сем. лошадиных
377, 378

Лужанки
— род пресноводных моллюсков
269

Луни
— род хищных птиц сем. ястребиных
220, 221, 224, 316

Лунин, Николай Иванович
(1854—1937) — советский ученый; открыл витамины
107

Люрики
— род птиц отряда чистиков
108

Лютики
— род растений сем. лютиковых; некоторые виды ядовиты
36, 120, 124, 132, 179

Лягушки
— сем. бесхвостых земноводных
198, 211, 216, 257, 270, 272, 274, 414, 415

M

Макроцистис
— самая крупная морская бурая водоросль
166

Манассеин, Вячеслав Авксентьевич
(1841—1901) — русский врач; вместе с А. Г. Полотебновым открыл лечебные свойства плесневых грибов
189

Мангровая растительность
— вечнозеленые деревья и кустарники на иловых и песчаных побережьях тропических морей и устьев рек; характерная особенность — прорастание семени на материнском растении (живорождение)
95, 96, 158

Мангусты
— род хищных млекопитающих сем. виверровых
241

Маслята
— съедобные шляпочные грибы
170, 172

Медведи
— сем. хищных млекопитающих
19, 20, 211, 212, 213, 216, 220, 418

Медведки
— сем. прямокрылых насекомых; вредители растений
262

Медузы
— студенистые морские кишечнополостные животные
196, 199, 267, 275, 280, 290, 291, 423

Мейоз
— одна из форм непрямого деления клетки, свойственная развивающимся половым клеткам; при мейозе происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое
34, 98, 99, 101

Мендель, Грегор Иоганн
(1822—1884) — чешский ученый, заложивший основы экспериментальной генетики; открыл важнейшие законы наследственности
35, 36, 371—374

Мечников, Илья Ильич
(1845—1916) — русский биолог, один из основоположников микробиологии и учения об иммунитете
17, 188, 376, 378—380

Миграции животных
— передвижения животных на значительные расстояния, связанные с изменением условий существования
24, 235, 258, 281, 282, 298—301, 308—311

Мидии
— род морских двустворчатых моллюсков
283

Микориза
— грибы на корнях растений, находящиеся в симбиозе с высшими растениями
113

Микробы
— микроскопические, преимущественно одноклеточные организмы, изучение которых началось с изобретения микроскопа
27, 40—41, 43, 106, 108, 109, 180—190

Микроорганизмы
— см. *Микробы*

Микрофлора
— совокупность растит. микроорганизмов в естественной среде
106

Микроэлементы
— химические элементы, необходимые растениям и животным в очень малых количествах
77, 78

Митоз, непрямое деление
— один из способов деления животных и растит. клеток, при котором наблюдается преобразование *хромосом* (см.)
32, 33

Митохондрии
— органеллы клеток животных и растит. организмов; имеют форму зерен, палочек или нитей; в митохондриях протекают химические реакции (дыхание), обеспечивающие клетку энергией
27, 28, 40, 48, 73

Мицелий
— совокупность микроскопич. нитей (гиф), вегетативное тело гриба
113, 168, 169, 180, 263, 288

Мичурин, Иван Владимирович
(1855 — 1935) — советский ученый, селекционер плодовых культур; вскрыл ряд закономерностей в росте и развитии растений
41

Млекопитающие
— класс наиболее высокоорганизованных позвоночных животных
20, 24, 198, 200, 229, 262, 275, 278, 329, 343, 351, 369, 423

Многоножки
— класс наземных членистоногих животных
239, 244, 260, 262, 263, 264

Можжевельник
— род вечнозеленых хвойных кустарников и деревьев сем. кипарисовых
125, 133, 161, 164

Молекулярная генетика
— наука, изучающая физико-химические основы и механизмы наследственной передачи признаков и развития их в индивидуальной жизни особей
39—41

Моллюски
— тип беспозвоночных животных
266, 268, 269, 275, 280, 281, 283, 288, 423

Молочай
— травянистое растение сем. молочайных; ядовит
120, 123, 124, 164

Монстера
— род вечнозеленых многолетних растений сем. ароидных; *лианы* (см.) культивируются как комнатные и оранжерейные растения
21, 174

Морган, Томас Хант
(1866 — 1945) — американский генетик; создал хромосомную теорию наследственности
37, 42

Моржи
— сем. морских млекопитающих отряда ластоногих
19, 207, 208, 305, 306

Морская трава
— род многолетних растений сем. рдестовых и водокрасовых; растет по берегам морей, в дельтах рек
168, 278

Морские ежи
— класс беспозвоночных типа иглокожих
275, 276, 356

Морские звезды
— класс беспозвоночных типа иглокожих
275

Морские змеи
— сем. змей; ядовиты
278, 331

Морские иглы
— сем. рыб отряда пучкожаберных; тело покрыто костным панцирем
279

Морские коньки
— подсемейство рыб, сем. морских игл
279, 289

Морские петухи
— сем. рыб подотряда скорпеновидных
289, 290

Морской окунь
— промысловая рыба сем. скорпеновых
293, 296, 297, 298

Москиты
— род кровососущих насекомых отряда двукрылых
239, 339

Муравьеды
— сем. млекопитающих отряда американских неполнозубых
14, 227, 242, 243

Муравьи
— сем. общественных насекомых отряда перепончатокрылых
263, 323, 325—329, 346

Муравьиные львы
— сем. насекомых отряда сетчатокрылых; личинка охотится за муравьями
263

Мутант
— организм, отличающийся от первоначального типа индивидуальным отклонением, возникающим в результате *мутации* (см.)
37, 41, 42, 50

Мутация
— наследственное изменение признаков и свойств организма
37—39, 41—43, 371

Мухоловки
— сем. птиц отряда воробьиных
220, 241, 315, 320, 323, 341

Мухомор
— ядовитый шляпочный гриб
171, 173

Мхи
— группа высших споровых растений
99, 129, 156, 157, 420

Мшанки
— класс водных беспозвоночных животных
279

Мыши, мышиные
— сем. *грызунов* (см.)
20, 22, 52, 75, 223, 224, 226, 262, 340, 417

Н

Нанду
— американские *страусы* (см.)
226, 227, 228

Нарвал, единорог
— арктическое морское млекопитающее сем. дельфиновых подотряда зубатых китов
208, 304, 305

Насекомоядные растения
— группа цветковых наземных и водных растений, способных помимо обычного питания (фотосинтез, образование углеводов) питаться насекомыми и мелкими животными (азотное питание)
117—119, 157

Наследственность
— способность организмов передавать потомству присущие им признаки как во внешнем или внутреннем строении, так и в физико-химических особенностях и жизненных отправлениях
30, 35—43, 83, 198, 372—374, 384

Настии
— ростовые движения у растений, вызывающие изгиб органа; в отличие от *тропизмов* (см.) не имеют определенной ориентировки по отношению к раздражителю, вызывающему изгиб
91

Нектарницы
— сем. птиц отряда воробьиных
7, 239, 241, 315

Нектон
— совокупность морских животных, плавающих самостоятельно
280

Нематоды
— класс круглых червей
262, 263, 264, 335

Непентес
— род тропических насекомоядных растений сем. непентесовых
119, 157

Нерпа
— ластоногое морское млекопитающее сем. настоящих тюленей
206, 208, 306

Нильгау
— парнокопытное сем. полорогих
239

Ногохвостки
— отряд низших насекомых класса первичнобескрылых
260, 264

Норки
— хищные млекопитающие сем. куньих
216, 358

Носороги
— сем. млекопитающих отряда непарнокопытных
239, 246, 250, 360

Носток
— род нитчатых синезеленых водорослей
93

Ночесветки
— род простейших животных класса жгутиковых; обладают способностью свечения
292

Нуклеиновые кислоты
— сложные органич. вещества; играют ведущую роль в биосинтезе белка и в передаче наследственных признаков и свойств организма. Известны два типа нуклеиновых кислот: *рибонуклеиновая кислота — РНК* (см.) и *дезоксирибонуклеиновая кислота — ДНК* (см.)
27, 33, 39—40, 46, 194

Нуклеопротеиды
— комплексы простых белков с нуклеиновыми кислотами; входят преимущественно в состав клеточных ядер, присутствуют также в цитоплазме всех животных и растит. клеток
33

Нуклеотиды
— сложные органич. вещества, составная часть нуклеиновых кислот и *коферментов* (см.) многих ферментов
39

О

Обмен веществ и энергии
— совокупность биохимических и связанных с ними энергетических процессов, лежащая в основе жизнедеятельности всех живых организмов
7, 10, 19, 20, 31, 43—46, 73

Овцебык, мускусный бык
— парнокопытное сем. полорогих
209

Окапи
— парнокопытное сем. жирафов
235, 237

Окунь
— промысловая рыба сем. окуневых
216, 287, 294, 416

Олеандр
— род вечнозеленых кустарников или деревьев сем. кутровых; культивируется как комнатное и парковое растение; ядовит
124, 177

Олени
— сем. млекопитающих отряда парнокопытных
216, 217, 218, 220, 221, 235, 240, 258, 351, 360

Ольха
— род деревьев и кустарников сем. березовых
133, 140, 145, 161

Ондатра
— грызун сем. мышиных; ведет полуводный образ жизни
213, 355, 357, 358

Омела
— род вечнозеленых кустарников сем. ремнецветных
115, 116

Оогамия
— слияние крупной неподвижной женской половой клетки (яйцеклетки) с мелкой подвижной, реже неподвижной, мужской половой клеткой (сперматозоидом)
97, 98

Опенок
— шляпочный гриб; живет на корнях деревьев, на пнях
170, 172, 288

Оплодотворение
— слияние мужских и женских половых клеток; дает начало развитию нового организма
33—35, 36, 97, 98, 100, 104, 105, 199, 203

Опоссум
— грызун сем. сумчатых крыс
221

Орангутаны
— крупные человекообразные обезьяны; обитают в Азии
240, 360

Органеллы
— постоянно присутст-

вующие у одноклеточных организмов образования, играющие роль органов, а также части содержимого клеток у многоклеточных
31, 48

Орешник-лещина
— род кустарников, реже деревьев, сем. березовых
142, 144

Орлы
— род хищных птиц сем. ястребиных
224, 225, 252, 256, 310, 424

Орхидеи
— травянистые растения сем. орхидных
19, 112, 113, 157, 158, 159

Осетры
— род рыб сем. осетровых
293, 295, 299, 358

Осина
— дерево сем. ивовых
136, 142, 145

Осмотическое давление
— давление в растворе, производимое растворенным веществом
79, 80

Осока
— род многоклеточных травянистых растений сем. осоковых
131, 139, 141, 152, 160

Осы
— общее название нескольких семейств жалоносных перепончатокрылых насекомых
260, 323—324, 329, 332, 350, 351

Отряд
— категория в систематике животных, объединяющая родственные семейства
367

П

Павианы
— род узконосых обезьян сем. мартышкообразных
252

Павлины
— род птиц сем. фазановых отряда куриных
239, 241

Павлов, Иван Петрович
(1849—1936) — русский физиолог, создавший материалистическое учение о высшей нервной деятельности человека и животных
17, 65

Пальмы
— сем. тропических и субтропических деревьев: кокосовая, финиковая, масличная и др.
19, 156, 164

Панголины, ящеры
— отряд млекопитающих
238

Пантера
— см. *Леопард*

Папоротники
— класс высших споровых травянистых (реже древовидных) растений
98, 99, 100, 125, 156, 420

Папоротникообразные
— тип высших споровых растений (хвощи, плауны)
101, 420

Паразитизм
— форма отношений между двумя организмами разных видов, из которых один (паразит) питается тканями и соками другого (хозяина) или переваренной им пищей
114—116, 172, 197, 204, 269, 315, 335—337, 357

Паренхима
— ткань растений, составляющая мякоть листа, стебля и корня
76, 81

Партеногенез
— развитие яйца без оплодотворения
198, 199

Пастер, Луи
(1822—1895) — французский химик и микробиолог, один из основоположников микробиологии
9, 187, 337

Пауки
— отряд членистоногих животных класса паукообразных
233, 244, 260, 263, 331, 332

Пекари
— сем. нежвачных парнокопытных
244

Пелагические животные
— животные, населяющие толщу морских и океанических вод
280, 298

Пеликаны
— сем. птиц отряда веслоногих
315, 359

Пеночки
— род птиц сем. славковых отряда воробьиных
220, 313, 319, 322

Перловицы
— род двустворчатых моллюсков
269, 270

Песец
— хищное млекопитающее сем. собачьих
205, 206, 208, 209, 342

Пестик
— часть цветка покрытосеменных растений
81, 103, 104, 177

Песчанки
— грызуны сем. *мышиных* (см.)
228, 229, 231, 233, 234, 339

Петров крест
— род паразитных растений сем. норичниковых
115, 116

Печник
— сем. птиц отряда воробьиных
227, 313

Пигменты
— красящие вещества
260, 265, 343

Пикша
— ценная промысловая рыба сем. тресковых
356

Пингвины
— отряд плавающих птиц
210, 211

Пихта
— род хвойных вечнозеленых деревьев сем. сосновых
132, 133, 136, 163

Пищухи
— род птиц отряда воробьиных
256, 319

Пиявки
— *кольчатые черви* (см.)
268, 270

Плавунцы
— сем. жуков; хищники; обитают в пресных водоемах, истребляют личинок комаров; некоторые виды поедают рыбьих мальков
270, 273, 398

Плазмодесмы
— тончайшие нити цитоплазмы, проходящие сквозь оболочку и соединяющие клетки растения
27

Плазмодии
— род простейших класса споровиков отряда гемоспоридий; паразитируют в клетках человека и животных, возбудители малярии
335, 339

Планктон
— совокупность организмов, населяющих толщу воды морей, океанов, пресных водоемов и пассивно переносимых течением
165, 210, 280, 281

Плаун
— род травянистых споровых растений сем. плауновых
98, 101, 105, 420

Повилика
— паразитное растение сем. вьюнковых
115, 116

Погремок
— род однолетних полупаразитных травянистых растений сем. норичниковых
116

Подберезовик
— съедобный шляпочный гриб
168, 170, 172

Подосиновик
— съедобный шляпочный гриб
113, 168, 171, 172

Подуры
— сем. бескрылых насекомых отряда ногохвосток
260

Покрытосеменные
— тип высших цветковых растений
102, 421

Полевки
— грызуны сем. *мышиных* (см.)
20, 223, 225, 256, 356, 424

Полиморфизм
— наличие в пределах одного и того же вида

животных или растений особей, резко отличающихся друг от друга
323

Полиплоидия
— увеличение числа хромосом в клетках растит. или животных организмов в два и более раз по сравнению с нормой
37, 42

Полипы
— сидячие, обычно прикрепленные кишечнополостные животные
198, 199, 275, 423

Половое размножение
— способ размножения, при котором происходит слияние мужской и женской половых клеток (гамет)
97—105, 169, 197—200, 203

Полосатики
— сем. морских млекопитающих подотряда беззубых китов
302, 305

Полотебнов, Алексей Герасимович
(1838—1907) — русский ученый; вместе с В. А. Манассеиным открыл лечебные свойства плесеней
189

Поморники
— подсем. птиц отряда чаек
208, 209, 316

Поползни
— сем. птиц отряда воробьиных
321

Попугаи
— отряд тропических птиц
241, 244

Популяция
— совокупность особей одного вида животных или растений
7, 18, 21—25

Потто
— полуобезьяны сем. лоризидов
235

Пресмыкающиеся
— класс позвоночных животных
211, 213, 216, 229, 239, 241, 244, 257, 333, 351

Приматы
— отряд наиболее высокоорганизованных млекопитающих
235, 242, 366, 369, 414, 423

Пристли, Джозеф
(1733—1804) — английский естествоиспытатель; впервые доказал, что воздух, испорченный горением или дыханием, становится вновь пригодным для дыхания под действием зеленых частей растения
75

Простейшие
— тип одноклеточных организмов
111, 196, 201—204, 261, 264, 275, 280, 285, 288, 335

Протеи
— сем. хвостатых земноводных
265, 266

Проходные рыбы
— морские рыбы, поднимающиеся для метания икры в реки, или пресноводные рыбы, уходящие для этого в море
293, 295, 299, 300, 301

Прудовики
— сем. пресноводных брюхоногих моллюсков
268, 269, 270

Псевдоподии
— временные выпячивания цитоплазмы у одноклеточных организмов (например, амеб); служат для передвижения и захвата пищи
111, 201

Птица-носорог
— сем. птиц отряда удодов
241, 315

Птицееды
— подотряд пауков; ядовиты
244, 331

Пузырчатки
— род насекомоядных растений сем. пузырчатковых
117, 119

Пуночка
— птица сем. овсянковых отряда воробьиных
208

Р

Радиационная генетика
— наука, изучающая закономерности действия ионизирующих излучений на наследственность организмов
37, 42

Радиобиология
— наука, изучающая действие различных ионизирующих излучений (рентгеновых лучей, радия и других видов лучистой энергии) на живые организмы
49—51

Радиолярии
— подкласс простейших животных
275, 280

Радиостимуляция
— воздействие малых доз ионизирующей радиации на растение, стимулирующее его развитие
51

Раздражимость
— способность организмов отвечать на внешние воздействия различными формами возбуждения; первичное свойство живой цитоплазмы
31, 73, 195, 196

Размножение
— различные формы воспроизведения себе подобных организмов; см. *Вегетативное размножение, Бесполое размножение, Половое размножение*
31—33, 81, 97—105, 197—200, 203—204

Райские птицы
— сем. птиц отряда воробьиных; обитают в Новой Гвинее и Австралии
245

Раки, ракообразные
— класс беспозвоночных животных типа членистоногих
266, 267, 269, 270, 272, 275, 276, 278, 279, 280

Рапана
— брюхоногий моллюск
283

Раффлезия Арнольди
— паразитное растение сем. раффлезиевых
114, 116

Рдесты
— род травянистых водных растений сем. рдестовых
138, 139

Ревень
— род многолетних травянистых растений сем. гречишных
154, 155

Редукционное деление
— см. *Мейоз*

Ремезы
— род птиц сем. синиц отряда воробьиных
312, 314

Рибонуклеиновая кислота (РНК)
— нуклеиновая кислота, содержащаяся в клетках организмов; участвует в биосинтезе белка
27, 30, 39, 40, 46

Рибосомы
— особые частицы в клетке, состоящие из белка и рибонуклеиновой кислоты; в рибосомах (вернее, в их цепочках — полирибосомах) происходит синтез белков
27, 28, 30, 40, 73

Род
— категория в систематике растений и животных, объединяющая виды
365, 366, 367

Рододендрон
— род вечнозеленых кустарников или небольших деревьев сем. вересковых
120, 137, 161, 163

Ромашка
— род одно- и многолетних травянистых растений сем. сложноцветных
125, 127, 132, 148

Росолист
— насекомоядное растение; распространено на Пиренейском п-ове и в Марокко
119

Росомаха
— хищник сем. куньих
22, 211, 212, 214, 221

Ростовые вещества
— см. *Стимуляторы роста*

Росянка
— род многолетних травянистых насекомоядных

растений сем. росянковых
117, 141, 195

Русак
— вид в сем. зайцев
216, 226, 227, 356, 358

Рыжик
— съедобный шляпочный гриб
170, 172

Рысь
— хищник сем. кошачьих
22, 211, 212, 214, 221, 259

Рябина
— род деревьев или кустарников сем. розоцветных
133

С

Сайгаки
— парнокопытные сем. полорогих
8, 222, 225, 360, 361, 363

Сайда
— промысловая рыба сем. тресковых
356

Саксаул
— род древесных или кустарниковых деревьев сем. маревых
18, 153, 154

Саламандры
— сем. хвостовых земноводных
330, 331

Сапрофиты
— организмы, питающиеся за счет разлагающихся органич. остатков
168, 183, 196, 202

Саргассы
— сем. бурых морских водорослей
167

Сардины
— ценные промысловые рыбы из сем. сельдевых
296, 297

Саррацения
— североамериканское насекомоядное растение
119

Сарычи
— см. *Канюки*

Северцов, Алексей Николаевич
(1866—1936) — советский биолог, академик; создал новое направление в эволюционной морфологии, ставящее целью раскрытие морфологических закономерностей эволюции
17

Севрюга
— ценная промысловая рыба сем. осетровых
293, 295, 299

Секвойя
— два рода гигантских хвойных деревьев сем. таксодиевых
137, 164

Секретарь
— хищная птица
252

Сельди
— сем. рыб; имеют важное промысловое значение
290, 292, 293, 296, 298, 356

Семга, лосось
— ценная промысловая рыба рода благородных лососей
293, 299

Семейство
— категория в систематике животных и растений, занимающая промежуточное положение между отрядом (у растений — порядком) и родом
390

Семя растения
— образование, развивающееся из семяпочки; содержит зародыш и запас питательных веществ; при прорастании семени развивается новое растение
74, 88, 97, 101, 104

Семядоли
— первые два (у двудольных растений) или один (у однодольных) лист зародыша в семени; часто содержат запасы питательных веществ
74, 102, 104, 105

Семяпочка, семязачаток
— образование, из которого после оплодотворения развивается семя
74, 81, 87, 101, 103, 105

Сенебье, Жан
(1742—1809) — швейцарский ботаник; доказал, что под влиянием света в зеленом растении происходит поглощение углекислого газа и выделение кислорода
75

Сеноставки
— см. *Пищухи*

Серна
— парнокопытное сем. полорогих
256, 259

Сеченов, Иван Михайлович
(1829—1905) — русский естествоиспытатель, один из основоположников русской физиологической школы
17

Сибирский кедр, сибирская сосна
— дерево сем. сосновых; растет в Сибири; дает съедобные семена
132, 133, 136, 137, 161

Сиги
— род рыб сем. лососевых; ценные промысловые рыбы
216, 293, 295

Симбиоз
— сожительство организмов различных видов, часто приносящее им взаимную пользу
111—113, 168, 169

Синицы
— сем. птиц отряда воробьиных
19, 216, 315, 319, 341, 366, 406, 409, 416

Скворцы
— сем. птиц отряда воробьиных
310, 315, 319, 323, 408, 416

Скорпионы
— отряд беспозвоночных животных класса паукообразных; ядовиты
233, 270

Скумбрия
— ценная промысловая рыба сем. скумбриевых отряда окунеобразных
293, 297, 356

Скунс
— хищник сем. куньих
221, 228

Славки
— сем. птиц отряда воробьиных
220, 319, 323, 349

Слепушонки
— род грызунов-землероев подсем. полевковых отряда грызунов
226

Слепыши
— род грызунов-землероев сем. слепышовых
226, 262

Слоны
— сем. хоботных млекопитающих, самые крупные из современных наземных животных
200, 238, 239, 246, 247, 424

Сморчки
— ранневесенние съедобные грибы из класса сумчатых
169, 170, 173

Соболь
— хищник сем. куньих
212, 215, 216, 358, 359, 360

Совки
— сем. бабочек; многие виды — вредители сельского хозяйства
263, 395

Совы
— отряд хищных птиц
206, 207, 213, 315, 316, 416

Соколы
— сем. хищных птиц
341, 359, 416

Сони
— сем. грызунов
216

Сорные куры
— см. *Большеногие куры*

Сосна
— хвойное дерево сем. сосновых
18, 101, 102, 132, 133, 135, 136, 161

Сосудисто-волокнистые пучки, проводящие пучки
— пучки проводящей ткани в органах растений, по которым передвигаются вода и растворы органических веществ
76

Сперматозоид
— мужская половая клетка у животных и многих растений
32, 33, 97, 98, 102, 198

Спорангий
— орган растения, в котором образуются споры, служащие для бесполого размножения
99, 100, 101

Спорогон, спорогоний
— коробочка с ножкой, развивающаяся у мхов из оплодотворенной яйцеклетки; представляет собой бесполое поколение мхов
99, 100

Споры
— одноклеточные (реже многоклеточные) образования, служащие для размножения споровых растений и некоторых простейших животных; споры у бактерий образуются как более устойчивая форма для перенесения неблагоприятных условий жизни
97, 99, 101, 168, 180, 182

Среда
— совокупность физических, химических и биологических условий, в которых обитает организм
18—25, 349, 363, 371

Ставриды
— род рыб отряда окунеобразных; имеют промысловое значение
296, 297

Стенолаз
— птица отряда воробьиных
256

Стимуляторы роста
— химические вещества (ауксины и др.), воздействие которых ускоряет рост растений
85, 106

Страусы
— отряд бескилевых птиц, самые крупные из современных птиц
227, 228, 252, 253, 424

Стрела-змея
— ядовитая змея сем. ужей
230, 233, 333

Стрепет
— птица отряда дроф
226

Стрижи
— подотряд птиц отряда длиннокрылых
257, 310, 312, 315, 317, 322

Сурки
— род грызунов сем. беличьих
222, 223, 238, 262

Суслики
— род грызунов сем. беличьих
222, 223, 226, 229, 230, 356

Сфагнум
— род мхов; образует торфяные болота
18, 125, 128, 139, 140, 141

Сцинки
— сем. ящериц
239, 342

Сыроежки
— шляпочные грибы; почти все съедобны
171, 173

Т

Тапиры
— сем. непарнокопытных животных
239, 240, 242, 244

Тарантул
— ядовитый паук
233, 262, 332

Термиты
— отряд общественных насекомых, преимущественно тропических и субтропических; вредят хозяйству
252, 323, 328—329, 346

Тигр
— хищник сем. кошачьих
221, 343, 360

Тимирязев, Климент Аркадьевич
(1843—1920) — русский естествоиспытатель - дарвинист, физиолог растений; разработал учение о фотосинтезе
17, 44, 55, 76, 378, 380—383

Тип
— естественная систематическая группа, объединяющая классы, представители которых сходны по общему плану строения
368, 420

Типчак
— многолетнее растение сем. злаковых
148, 149, 160

Тис
— род хвойных вечнозеленых деревьев сем. тисовых
124, 137, 161, 162, 360

Ткачики
— сем. птиц отряда воробьиных
238, 252, 313, 315, 348

Тли
— подотряд равнокрылых хоботных насекомых; многие — вредители растений
199, 260, 263, 400—402

Тополь
— род деревьев сем. ивовых
145

Тормозители, ингибиторы роста
— химические вещества, воздействие которых задерживает рост растений
85, 106, 107, 110

Торпедо
— морской электрический скат
286, 287

Традесканция
— род травянистых растений сем. коммелиновых
176, 177

Трематоды
— класс паразитических плоских червей
335

Треска
— ценная промысловая рыба сем. тресковых
200, 293, 297, 299, 356

Тритоны
— род хвостатых земноводных сем. саламандр
211, 217, 270, 274, 414, 415

Трихограммы
— род перепончатокрылых насекомых сем. хальцид; личинки питаются яйцами насекомых других видов
357

Тропизмы
— движения отдельных органов растений (стебля, корня, листьев), обусловленные односторонним действием раздражителя
63, 90

Тростник
— род многолетних растений сем. злаковых
18, 139

Трюфели
— грибы с подземными плодовыми телами класса сумчатых; некоторые виды съедобны
170, 173

Трясогузки
— род птиц сем. трясогузковых отряда воробьиных
315, 317

Туканы
— сем. птиц отряда дятлов
243, 244

Тунцы
— сем. рыб отряда окунеобразных
278, 296, 298

Тургор
— давление жидкости внутри живой растит. клетки на ее оболочку
80, 92

Тушканчики
— сем. грызунов
222, 225, 228, 234, 356

Тычинка
— один из органов цветка высших семенных растений
81, 103, 104, 177, 365

Тюлени
— морские млекопитающие отряда ластоногих
205, 210, 278, 306, 351

Тюльпан
— род луковичных травянистых растений сем. лилейных
94, 149, 161, 178, 179

У

Удавы
— сем. пресмыкающихся отряда змей; добычу душат, обвивая ее кольцами
243, 244, 424

Удод
— птица отряда удодов
219

Ужи
— сем. пресмыкающихся отряда змей
224, 239, 270, 274, 414, 415

Улары
— род птиц сем. фазановых
257, 258, 259

Улитки
— класс моллюсков; некоторые виды — вредите-

ли садов и огородов
264, 268

Устрицы
— род беспозвоночных животных класса двустворчатых моллюсков; многие съедобны и служат объектом промысла
283, 358

Утки дикие
— общее название нескольких родов птиц сем. утиных отряда гусеобразных
208, 213, 220, 310, 316, 349

Ф

Фазаны
— род птиц сем. фазановых отряда куриных
241, 340

Фаланги
— отряд членистоногих животных класса паукообразных
231, 233

Фауна
— исторически сложившаяся совокупность животных какой-либо территории или акватории
353—358

Ферменты
— сложные органич. (белковые) вещества, ускоряющие биохимические реакции, протекающие в организме
27, 41, 44, 46, 74, 108

Феромоны
— химические вещества, вырабатываемые общественными насекомыми и выделяемые ими во внешнюю среду; служат для общения, выработки определенных схем поведения, а также распределения общественных функций между членами колонии
327

Ферула
— род многолетних травянистых растений сем. зонтичных
155

Физалия
— морское беспозвоночное подкласса сифонофор
297

Физы
— пресноводные улитки
268, 269

Фикус
— род растений сем. тутовых
156, 158, 164, 176

Филлофора
— красная морская водоросль
278

Филодендрон
— см. *Монстера*

Фитонциды
— вещества, вырабатываемые растением; губительны для микробов и других организмов
106, 110

Флеминг, Александер
(1881—1955) — английский бактериолог; открыл пенициллин
189

Фораминиферы
— отряд простейших животных; имеют известковую раковину
266, 267, 275, 285

Фотосинтез
— процесс создания зеленым растением органич. веществ из неорганич. (углекислого газа и воды) с помощью световой энергии
44, 47, 51, 54, 55, 75, 76, 381

Фукус
— бурая морская водоросль
166, 167, 280, 420

Х

Хамелеоны
— сем. ящериц подотряда червеязычных; быстро меняют окраску
237, 239, 257, 343

Хвощ
— споровое растение типа папоротникообразных; сорняк, ядовит для скота
139, 140, 420

Хламидомонада
— одноклеточная зеленая водоросль
90, 97, 98

Хлоропласты
— зеленые тельца в цитоплазме растит. клетки, содержащие хлорофилл и желтые пигменты
27, 30, 47, 49, 73, 75, 76

Хлорофилл
— зеленый пигмент растений; наличие хлорофилла — необходимое условие *фотосинтеза* (см.)
30, 47, 75, 78, 180, 381

Хомяки
— подсем. грызунов
216, 220, 226, 262

Хорьки
— млекопитающие сем. куньих отряда хищных
216, 217, 224, 226, 234, 256

Хроматофоры
— органеллы в цитоплазме некоторых простейших и водорослей, содержащие хлорофилл
30

Хромосомы
— структурные элементы клеточного ядра; занимают ведущее место в передаче признаков и свойств организмов от поколения к поколению
32—35, 35—43, 50

Хрущи
— жуки из сем. пластинчатоусых; вредители растений
233

Ц

Цапли
— сем. птиц отряда голенастых
312, 315, 359

Целлюлоза
— см. *Клетчатка*

Цесарки
— род птиц отряда куриных
252, 253

Цикады
— подотряд насекомых отряда равнокрылых хоботных
239, 263

Циклопы
— мелкие рачки отряда веслоногих
267, 270, 272

Цикута
— род многолетних растений сем. зонтичных; растение ядовито
121, 122

Циста
— временная форма существования многих одноклеточных организмов, характеризующаяся наличием оболочки; приспособлена к выживанию в неблагоприятных внешних условиях или к расселению
202, 203, 339

Цитоплазма
— основное содержимое растит. и животных клеток
26, 27, 45, 73, 88, 196

Цокоры
— род грызунов сем. полевок; ведут подземный образ жизни
226

Ч

Чайки
— отряд птиц
207, 208, 310, 312, 315

Чемерица белая
— травянистое растение сем. лилейных; ядовита
120, 124

Черви
— сборная группа беспозвоночных животных, включающая ряд типов (плоские, круглые и другие черви)
196, 197, 198, 261, 262, 264, 275, 281, 335, 423

Черемуха
— крупный кустарник или дерево сем. розоцветных
125, 145, 147

Черепахи
— подкласс пресмыкающихся; характерен костный панцирь
229, 230, 270, 274, 278, 356

Чернотелки
— сем. жуков подотряда многоядных
228, 229, 233, 263

Чибисы
— птицы отряда куликов
250, 252

Чистики
— отряд птиц; прекрасно плавают и ныряют; гнездятся колониями, образуя основное ядро птичьих базаров
208

Чистотел большой
— сорняк сем. маковых; ядовит
123, 124

Членистоногие
— тип беспозвоночных животных
196, 197, 260, 264, 331, 368

Ш

Шалфей
— род многолетних трав и полукустарников сем. губоцветных
149, 151, 391

Шампиньон
— съедобный шляпочный гриб
168, 169, 171, 172

Шванн, Теодор
(1810—1882) — немецкий биолог; один из основоположников теории клеточного строения организмов
26

Шершни
— род перепончатокрылых насекомых сем. настоящих ос
323, 324, 332, 345

Шимпанзе
— род человекообразных обезьян; обитает в Африке
235, 236, 360

Шлейден, Маттиас Якоб
(1804—1881) — немецкий ботаник; один из создателей теории клеточного строения организмов
26

Шмели
— род общественных насекомых
323, 324—325, 332, 345

Щ

Щелкуны
— сем. жуков; вредители растений
263, 398

Щитомордники
— род пресмыкающихся сем. гремучих змей; ядовиты
211, 217, 330, 334

Щурки
— сем. птиц отряда ракшеобразных
252, 312

Э

Эвглена
— род простейших организмов класса жгутиковых
202

Экология
— раздел биологии, изучающий взаимоотношения животных и растений с окружающей средой
7, 8, 18—25

Электрические скаты
— сем. рыб отряда акулообразных
286, 287

Электрический угорь
— змеевидная рыба отряда карпообразных
286

Эндосперм
— ткань семени растений, в которой отлагаются запасы питательных веществ
74, 75, 102, 104, 105

Эпидемия
— массовое распространение той или иной заразной болезни среди людей
337

Эпидермис
— у высших растений — покровная ткань, у животных — поверхностный слой кожи
75, 81

Эпифит
— растение - непаразит, живущее на другом растении
22, 112, 119, 157, 165, 328

Эситоны
— муравьи, обитающие в Южной Америке
326

Этология
— наука о поведении животных
8, 346—351

Эуфаузииды
— отряд ракообразных
210, 292

Эфы
— род ядовитых змей сем. гадюк
229, 232, 233, 234

Эфедра
— род кустарников или небольших деревьев из типа голосеменных; содержит лекарственные вещества
155, 161

Эфемероиды
— группа многолетних растений, наземные части которых живут непродолжительное время, а подземные — переживают неблагоприятное время года в виде клубней, луковиц или корневищ
94, 144

Эфемеры
— группа однолетних, преимущественно пустынных растений, переживающих засушливый период в виде семян
93, 152, 153, 154

Эхинококки
— паразитические ленточные черви
336, 337

Ю

Юкка
— род древовидных растений сем. лилейных
164

Я

Ягель
— кустистые лишайники из рода кладония
94

Ягуар
— хищник сем. кошачьих
242, 244, 343

Ядозубы
— род ядовитых ящериц
330, 333

Ядро клетки
— важная составная часть всякой живой клетки многоклеточных и одноклеточных организмов (эукариотов)
26, 27, 28, 32—34, 39, 73, 196, 202

Яйцеклетка, яйцо
— женская половая клетка
97, 98, 103, 104, 198, 199

Як
— дикий бык; обитает высоко в горах
256, 260

Ящерицы
— отряд пресмыкающихся
19, 36, 211, 216, 219, 229, 231, 232, 330, 333, 343, 414, 415

Ящурки
— род ящериц
228, 229

Условные обозначения и сокращения

А ампер
в. век
В вольт
вв. века
Вт/см^2 ватт на квадратный сантиметр
г. год, город
г грамм
гг. годы
г/см^3 грамм на кубический сантиметр
Гц герц
и т. д. и так далее
и т. п. и тому подобное
кг килограмм
км километр
кГц килогерц
км/с километр в секунду
км/ч километр в час
Л. Ленинград (в библиографическом указателе)
л литр
М. Москва (в библиографическом указателе)
м метр
м^2 квадратный метр
м^3 кубический метр
мг миллиграмм
мин минута
мкм микрометр
млн. миллион
млрд. миллиард
мм миллиметр
п-ов полуостров (в словаре-указателе)
Р рентген
с секунда
с., стр. страница
сем. семейство
см сантиметр
см. смотри
см^2 квадратный сантиметр
см^3 кубический сантиметр
ср. сравни (в словаре-указателе)
ст. статья
т тонна
т. том
т. е. то есть
тыс. тысяча
ч час

Scan- AAW; Обработка, OCR- waleriy, 2018

03 : 8Ю
Д-38

Детская энциклопедия

Для среднего
и старшего возраста

В 12 томах
Изд. 3

Том 4
Растения
и животные

448 с. с ил.

Ведущий редактор
ПЕТЕРСОН М. Р.

Контрольный редактор
БЕНЮМОВ О. М.

Младший редактор
ШАХРАЙ С. Ф.

Художественный
редактор
ВАЛИТ Б. А.

Редактор по фото
ПОПОВА А. А.

Младший
художественный
редактор
ПОНОМАРЕНКО И. Б.

Технический редактор
КОПНИНА Н. Н.

Корректоры:
АНТОНОВА В. С.
РЕЙБЕКЕЛЬ В. Н.

Оформление
и макет издания
художника
ЖУКОВА М. Г.

Макет тома художника
ХРАМОВА В. П.

Художник издания
БЯЗРОВ Д. Г.

Иллюстрации в томе
выполнили художники:
АВДОНИНА Т. К.
АНОХИН В. В.
ГРЕБЕНЩИКОВА О. А.
ЕФИМОВ А. В.
КАМИНИР Н. Л.
КАРПОВА Ю. А.
КИРИЛЛОВА Л. А.
КОНДАКОВ Н. Н.
МИТКИН С. А.
РАДАЕВ В. Д.
РОЖКОВ Е. П.
СОКОЛОВСКИЙ А. А.
ТЫКОЦКИЙ Е. В.

Восстановили
иллюстрации
художники-
реставраторы:
БОРОВИКОВА Е. Н.
БЫКОВА И. Н.

Фотоиллюстрации
выполнили:
АСТАФЬЕВ Ю. Ф.
БАННИКОВ А. Г.
БРЕЛЬ В. Т.
ГИППЕНРЕЙТЕР В. Е.
ДАРЕВСКИЙ И. С.
ДРУЖКОВ В. П.
ЗИМНОХ С. Б.
ИСТОМИН В. С.
КОНСТАНТИНОВ И. И.
ЛАПИН П. И.
ЛОБАНОВ А. В.
ПАПИКЬЯН Р. Т.
ПУШКАРЕВ А. А.
СЕРЕГИН И. Т.
СИНЕЛЬЩИКОВ А. И.
СМИРНОВ Г. М.
СОКОЛОВ А. В.
УСПЕНСКИЙ С. М.
ШТЕЙНБАХ М. В.

Издательство «Педагогика»
Академии педагогических наук
СССР и Государственного комитета
Совета Министров СССР по делам
издательств, полиграфии
и книжной торговли.
Москва, 107066,
Лефортовский пер., 8
Редакция словарно-
энциклопедических изданий.
Москва, 109028,
Хохловский пер., 16

Сдано в набор 12/IX 1972 г.
Подписано в печать 6/III 1973 г.
А 08262
Бумага 84×108¹/₁₆
Офсетная ГОЗНАК № 1 80 г.
Печ. л. 28. Усл. л. 47,04
Уч.-изд. л. 54,23
Тираж 520 000 экз.
(первый завод 170 000)
Заказ 3220
Цена 3 р. 77 к.

Ордена Трудового
Красного Знамени
Первая Образцовая типография
имени А. А. Жданова
Союзполиграфпрома
при Государственном комитете
Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли.
Москва, М-54, Валовая, 28

Ep. 77 K.